COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Berthelot*, à la place de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, devenue vacante par la démission de M. Pasteur, nommé Secrétaire perpétuel honoraire.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Berthelot prend place au Bureau.

M. **A. Cornu** offre à l'Académie la collection des publications de notre regretté Confrère M. *Tresca*, recueillies et mises en ordre par ses fils, MM. Alfred, Édouard et Gustave Tresca ([1]).

([1]) Voir au *Bulletin bibliographique* l'indication des matières contenues dans les onze volumes de cette publication.

M. **Berthelot**, en présentant à l'Académie un nouvel Ouvrage qu'il vient de publier, sous le titre : « Introduction à l'étude de la Chimie des anciens et du moyen âge ([1]) », s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage reproduit en grande partie l'Introduction que j'ai mise en tête de la *Collection des anciens Alchimistes grecs*, et qu'il a paru utile de donner séparément, à l'usage des savants qui n'ont pas le temps ou les connaissances nécessaires pour recourir au texte grec. Il contient d'ailleurs plusieurs articles qui ne font pas partie de la précédente publication.

» Le présent Volume renferme les Chapitres suivants :

» I. Le *Papyrus de Leide*, originaire de l'Égypte, le plus vieux texte alchimique qui soit parvenu jusqu'à nous : j'en ai donné la traduction et le commentaire détaillé et j'y ai montré le point de départ de l'Alchimie, dans les pratiques des orfèvres égyptiens pour fabriquer des alliages imitant l'or et l'argent, et désignés sous le nom générique d'*asèm*. Ces imitations et les procédés employés pour les colorer par des teintures convenables ont fait naître l'espoir de reproduire l'or et l'argent eux-mêmes assimilés aux alliages proprement dits. J'ai établi, par la comparaison directe des textes, la liaison entre les recettes du papyrus de Leide et celles des plus anciens alchimistes grecs dont nous possédions les œuvres, tels que le pseudo-Démocrite, Zosime et Olympiodore.

» Dans le Chapitre IV sont reproduits les *signes et notations alchimiques*, dont le principe rappelle singulièrement, sous plus d'un rapport, les notations chimiques modernes. Pour prévenir toute incertitude sur la fidélité des reproductions, j'ai reproduit ces signes par la photogravure : ils forment 8 planches, avec traduction et commentaire.

» Le Chapitre V reproduit également, toujours d'après des photogravures, 35 figures d'*appareils* et autres, accompagnées de l'explication des opérations auxquelles servaient ces appareils : c'étaient, d'une part, des appareils distillatoires, remontant aux origines de l'ère chrétienne et tirés d'un Traité, aujourd'hui perdu, composé par une femme savante appelée Cléopâtre, qui nous a également laissé un petit Traité des *Poids et Mesures;* et, d'autre part, des appareils de digestion, dans lesquels les métaux réduits en lames étaient soumis à l'action prolongée des vapeurs du mercure, de l'arsenic, du soufre et des sulfures d'arsenic. Ces appareils sont l'origine des alambics, des aludels et des bains-marie, usités au moyen âge et dans les temps modernes : j'en ai établi la filiation.

([1]) 1 vol. grand in-8°, avec 45 photogravures, chez G. Steinheil, éditeur.

» Le Chapitre VI est consacré à l'examen des *Manuscrits*, par lesquels les textes alchimiques grecs sont venus jusqu'à nous.

» Le Chapitre VII traite de l'étude de *quelques métaux et minéraux provenant de l'antique Chaldée*, et dont j'ai déjà entretenu l'Académie.

» Le Chapitre VIII, sous le titre de *Notices de Minéralogie, Métallurgie*, etc., rassemble une multitude de notions tirées de la lecture des auteurs anciens et du moyen âge.

» Le Chapitre IX, intitulé *Sur un procédé antique pour rendre les pierres précieuses et les nitrifications phosphorescentes;* et le Chapitre X, intitulé *Traitement des sables aurifères par amalgamation chez les anciens*, ont été communiqués précédemment à l'Académie.

» Dans les Chapitres XI et XII, on discute l'origine des noms modernes du *bronze* et de l'*antimoine;* les Chapitres XIII à XVII sont consacrés à établir l'antiquité de certaines connaissances réputées modernes, telles que celles de l'*arsenic métallique*, de la *soudure autogène du plomb*, de la *lixiviation méthodique*, des *procédés pour rendre les étoffes incombustibles*, de la *séparation de l'or et de l'argent*, etc. On termine dans les Chapitres XVIII et XIX par des notions d'un caractère plus purement historique, telles que l'origine alchimique du mot *fleur*, appliqué encore aujourd'hui en chimie et en pharmacie à diverses préparations, et l'examen de Stephanax et de divers commentateurs anciens.

» En somme, la présente *Introduction* fait suite à mes *Origines de l'Alchimie*, qu'elle complète par des notions plus spéciales et plus techniques. Le tout, joint à la *Collection des anciens Alchimistes grecs*, documents que j'ai tirés de l'oubli et interprétés, et qui constituent en quelque sorte les pièces à l'appui de toute la recherche, forme un ensemble propre à établir le caractère véritable des doctrines philosophiques, des méthodes et des pratiques de la vieille Alchimie, jusqu'ici réputée absurde et imaginaire, et qui entrera désormais dans le cadre de l'histoire positive des Sciences. »

OPTIQUE. — *Sur la reproduction artificielle des halos et des cercles parhéliques*. Note de M. **A. Cornu**.

« Le phénomène des halos est dû, comme on sait, à la réfraction des rayons du Soleil ou de la Lune à travers des prismes de glace flottant dans l'atmosphère : la forme circulaire de la ligne d'intensité maximum provient de ce que les prismes sont orientés d'une manière fortuite et de ce

que les faisceaux réfractés ne peuvent dépasser la déviation minimum newtonienne.

» ... Brewster a reproduit les halos en regardant le Soleil à travers un verre recouvert d'une cristallisation d'alun (*Traité de la Lumière*, par J.-F.-W. Herschel, traduction française, t. II, p. 430).

» L'expérience de Brewster est assez difficile à réaliser lorsqu'on veut obtenir une imitation fidèle du phénomène : en effet, quand on fait cristalliser une solution d'alun sur une lame de verre, les cristaux se développent de préférence parallèlement à la lame et à une face de l'octaèdre : ils n'offrent donc pas l'orientation fortuite requise pour la reproduction exacte du phénomène naturel.

» J'ai obtenu un meilleur résultat en déposant avec un blaireau sur une lame de verre une poussière cristalline d'alun de potasse obtenue en agitant, pendant le refroidissement, une solution saturée à chaud : on sépare les cristaux en filtrant la liqueur par petites portions, et on les dessèche avec soin. J'ai pu ainsi obtenir la trace de trois cercles ou halos, concentriques à la source lumineuse et à peu près équidistants : malheureusement leur éclat est très faible. Une mesure approximative, exécutée avec des épingles piquées sur un carton, a donné pour les demi-diamètres respectifs de ces halos les valeurs : $18°\frac{1}{4}$, $29°\frac{1}{2}$ et 40°-45°.

» Les cristaux employés, examinés au microscope, sont des octaèdres a^1 légèrement modifiés par les facettes b^1 (dodécaèdre rhomboïdal) et p (cube) tangentes sur les arêtes et sur les sommets : on est alors conduit à admettre que la réfraction se produit à travers les angles aigus formés par les faces octaédriques, de beaucoup les plus larges, et celles des deux autres groupes. De là, trois combinaisons probables, dont voici l'angle A et la déviation minimum Δ, calculée d'après la valeur $n = 1,4565$, donnée par M. Ch. Soret pour l'indice de réfraction de l'alun potassique correspondant à la raie D :

Faces du prisme.	$a^1 b^1$.	$a^1 p^1$.	$a^1 a^1$.
	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″
Angle des faces A........	35.15.52	54.44. 8	70.31.44
Déviation calculée Δ.......	17. 5.38	29.19.42	43.56.28
» observée Δ.......	$18.\frac{1}{2}$	$29.\frac{1}{2}$	40-45

» Les déviations Δ calculées et observées s'accordent autant que le permet le procédé grossier de mesure : en tout cas, l'accord est suffisant pour justifier la désignation des angles réfringents.

» En raison de l'importance de ces phénomènes, j'ai cherché un mode expérimental permettant non seulement d'imiter leur forme et leur éclat, mais encore de reproduire le caractère essentiel de leur formation, à savoir l'orientation fortuite des cristaux flottant dans l'atmosphère. J'y suis parvenu en précipitant une solution aqueuse d'alun, saturée à froid, par de l'alcool faible (alcool à 36° du commerce) : à cet effet, on place la solution dans une cuve plate de verre, de 15^{mm} à 20^{mm} d'épaisseur entre les faces verticales; on y ajoute 1^{vol} d'alcool égal à 10 ou 15 pour 100 du volume de la solution d'alun et l'on agite pendant quelques minutes. La précipitation lente de cristaux microscopiques commence presque aussitôt : on les voit bientôt nager au sein du liquide et étinceler comme les lamelles de glace aperçues dans l'atmosphère et décrites par divers observateurs. Il suffit alors de regarder une lumière à travers la cuve préalablement agitée pour apercevoir successivement toutes les apparences que présente le ciel dans les conditions où se montrent les halos.

» En premier lieu, on voit une sorte de brouillard épais cachant presque la source lumineuse, lorsque les cristaux soulevés par l'agitation sont gros et nombreux ; bientôt la brume s'éclaircit et l'on voit apparaître un cercle étroit, figurant le halo de 22°, dont le bord rougeâtre intérieur est nettement terminé et tranche sur le fond sombre qui s'étend jusqu'au centre : comme dans le phénomène naturel, le bord extérieur est légèrement bleuâtre et se perd dans une teinte blanche. Peu à peu les couleurs s'avivent et un second halo, d'un éclat plus faible et d'un diamètre sensiblement double, commence à apparaître ; il offre tout à fait l'aspect du halo de 46°. Leur visibilité sur le champ de vision grandit jusqu'à un certain maximum, puis s'efface progressivement lorsque les cristaux, qui se séparent par ordre de grosseur, achèvent de tomber au fond de la cuve.

» Le phénomène est assez brillant pour être projeté et rendu visible à tout un auditoire : il suffit, pour réaliser cette projection, de placer la cuve sur le trajet du faisceau de lumière produisant l'image d'un disque circulaire destiné à figurer le Soleil ([1]).

([1]) Un grand nombre de substances, réduites en poussières cristallines par divers artifices, produisent au sein de liquides appropriés des phénomènes analogues : l'expérience est particulièrement intéressante avec l'azotate de soude, substance très biréfringente ($n_o = 1,585$, $n_e = 1,335$) qui se réduit aisément en cristaux rhomboédriques extrêmement petits en agitant pendant le refroidissement une solution aqueuse saturée à chaud. On obtient trois halos dont la lumière est polarisée : l'analyse des phéno-

» Les angles sous-tendus par les halos artificiels n'ont pas, comme dans le cas précédent, une valeur fixe, parce que la déviation des rayons dépend de l'indice relatif du cristal et du liquide dont la composition est nécessairement variable; mais j'ai pu vérifier que, dans les conditions décrites ci-dessus, les deux halos sont dus à la réfraction à travers deux prismes formés par des faces octaédriques ([1]); l'un de ces prismes correspond, comme précédemment, à l'angle aigu de 70°31′44″; l'autre, à l'angle obtus supplémentaire. La réfraction à travers cet angle obtus, qui serait impossible dans l'air, est possible actuellement à cause de l'indice relativement élevé du liquide dans lequel flottent les cristaux ([2]).

» La vérification annoncée a consisté à mesurer directement l'angle du halo produit au sein du liquide par la poussière cristalline et ensuite la déviation minimum du faisceau incident, réfracté par un gros cristal plongé dans le même liquide; l'illumination des faces réfringentes permet de déterminer avec certitude leur position cristallographique : ce sont, dans les deux cas, des faces de l'octaèdre. Une expérience particulière faite au goniomètre a donné :

Demi-diamètre	du premier halo.....	9°23′
	du second halo......	19°-21°
Déviation minimum	angle aigu......	9°26′
	angle obtus.....	21°11′

» La vérification est donc satisfaisante.

» La petitesse des demi-diamètres de ces halos est très favorable à l'observation par projection : avec les cristaux d'alun, isolés dans l'air, la

---

mènes qu'on y rencontre dépend de la *théorie de la réfraction à travers un prisme suivant une loi quelconque* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. I, p. 242, et t. III, p. 29).

J'espère, en poursuivant les expériences dans cette voie, arriver à reproduire les *parhélies*, avec des cristaux aciculaires susceptibles de s'orienter, sous l'influence de diverses forces, dans un liquide convenablement choisi.

([1]) J'ai quelquefois aperçu des traces de halos plus étroits correspondant probablement aux facettes b^1 et p, mais sans pouvoir les déterminer avec certitude.

([2]) Dans le phénomène naturel, le halo de 22° correspond à l'angle réfringent de 60° des prismes hexagonaux des cristaux de glace; celui de 46°, à l'angle de 90° que forme la base avec les faces latérales du prisme : l'indice moyen de la glace pour les rayons jaune orangé est de 1,309. [Voir Bravais, *Mémoire sur les halos* (*Journal de l'École Polytechnique*, XXXIe Cahier).]

projection du phénomène serait très difficile à cause de la grandeur des angles sous-tendus.

» *Cercles parhéliques.* — On imite les cercles parhéliques, c'est-à-dire ces traînées lumineuses blanches qui passent sur le Soleil et suivent des cercles tantôt parallèles, tantôt obliques à l'horizon, par des artifices très simples. Si l'on opère par vision directe, il suffit de regarder une lumière à travers une lame de verre préalablement frottée avec le doigt enduit de cire vierge ; la trace doit être faite perpendiculairement à la direction qu'on choisit pour le cercle parhélique : on forme ainsi les croix et les étoiles observées dans diverses occasions.

» Par projection, le phénomène apparaît aussi; mais on l'obtient plus facilement encore en interposant, sur le trajet du faisceau, des tubes de verres de petit diamètre qui réfléchissent la lumière normalement à leur direction.

» Les expériences précédentes ne mériteraient pas d'être décrites avec autant de détails, si elles n'avaient pour but d'appeler l'attention des physiciens et des météorologistes sur des phénomènes dont j'ai eu plusieurs fois l'occasion de signaler l'importance. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des plaques chondroïdes des tendons des oiseaux;* par M. L. **Ranvier.**

« Ayant immergé, pendant quelques minutes, dans une solution d'acide osmique à 1 pour 100, les tendons de la patte d'un petit Passereau, le pinson (*Fringilla cœlebs* L.), j'ai remarqué qu'il s'y produisait des taches noires, elliptiques, à grand axe longitudinal, dans des régions bien déterminées, par exemple là où ils passent dans les coulisses périarticulaires et s'y réfléchissent.

» Ces tendons ont une constitution fort simple, comme les tendons filiformes de la queue des Rongeurs. On peut les extraire par le procédé suivant : après avoir coupé les doigts à la seconde phalange et la patte au-dessus de l'articulation tibio-tarsienne, on les saisit avec une pince au niveau de la dernière section. Une traction légère suffit alors pour les dégager, parce qu'ils glissent facilement dans leur gaine séreuse. Ce sont des tendons élémentaires. Chacun d'eux est formé de faisceaux tendineux primitifs, disposés parallèlement les uns à côté des autres, et est entouré d'une gaine connective mince dont les fibres sont entre-croisées. Cette gaine

est recouverte d'une couche endothéliale. Entre les faisceaux primitifs se trouvent des cellules plates munies de crêtes d'empreinte, comme dans les tendons des autres Vertébrés.

» La structure des tendons est modifiée au niveau des taches noires produites par l'acide osmique. Ces taches correspondent à des plaques de consistance assez ferme, comme cartilagineuses, que je désignerai sous le nom de *plaques chondroïdes*.

» Si l'on essaye de dissocier avec les aiguilles les tendons fixés par l'acide osmique, on n'éprouve aucune difficulté tant que l'on n'a pas atteint les plaques chondroïdes; mais au niveau de celles-ci la gaine connective résiste, et les faisceaux tendineux qu'elle recouvre se laissent difficilement isoler et à plus forte raison décomposer en leurs fibrilles constitutives. Si, au fur et à mesure que l'on pratique la dissociation, on fait, à l'aide d'un grossissement moyen, l'examen microscopique des parties séparées, on arrive à reconnaître :

» 1° Que la gaine connective a subi au niveau des plaques une transformation chondroïde. Les fibres, devenues rigides, sont unies par une substance cimentante résistante et circonscrivent des mailles dans lesquelles on voit des cellules arrondies. Ces cellules contiennent des granulations ou des gouttes de graisse en quantité variable. Quelques-unes cependant n'en renferment pas. Tout au contraire, certaines paraissent entièrement remplies d'une grosse goutte de graisse, comme les cellules adipeuses.

» Ces granulations et ces gouttes de graisse sont colorées en noir par l'acide osmique.

» 2° Entre les faisceaux tendineux devenus rigides, se montrent des séries longitudinales de cellules globuleuses, un peu comprimées latéralement, qui contiennent aussi des granulations et des gouttes de graisse en proportion variée. Ces cellules forment le plus souvent des séries simples.

» En quelques points et dans certaines préparations, j'ai pu voir ces séries simples se transformer en séries doubles, pour reprendre ensuite leur première forme à la limite opposée de la plaque chondroïde. Pour observer facilement ce dernier fait, qui a une certaine importance parce qu'il tend à prouver qu'il se fait une multiplication des éléments cellulaires dans les plaques chondroïdes, je conseille de choisir un très mince tendon fléchisseur du second doigt et, après l'avoir fixé par l'acide osmique et coloré par le picrocarminate d'ammoniaque, de le traiter sur la lame de verre porte-objet par l'acide formique ordinaire; on le recouvre alors d'une lamelle de verre sur laquelle on détermine à plusieurs reprises une pres-

sion assez forte pour dissocier la plaque chondroïde du tendon par écrasement.

» Les cellules globuleuses de la gaine des plaques chondroïdes peuvent être observées dans les tendons du pinson, examinés à plat, à l'aide d'un grossissement suffisant, sans autre réactif que de l'eau ordinaire. Léonard Landois ([1]) semble les avoir vues chez le moineau, mais il n'a reçonnu ni leur siège ni leur nature. Il dit que ce sont des écailles de Henle.

» Qu'est-ce que les écailles de Henle? Certains histologistes ont prétendu que ces écailles ne sont autre chose que les cellules que j'ai décrites en 1869, et qui, par conséquent, auraient été découvertes par Henle. Ils n'auraient pas soutenu cette opinion s'ils avaient lu le texte de Henle ou l'analyse que j'en ai donnée ([2]). Ils y auraient appris que les écailles décrites par ce célèbre anatomiste ne contenaient pas de noyaux et, par conséquent, n'étaient pas des cellules. Ces écailles correspondent évidemment à des crêtes d'empreinte. Landois, pas plus que les autres histologistes qui ont écrit avant 1869, ne s'est rendu compte de ce qu'étaient les écailles de Henle; il les a confondues avec les cellules de la gaine connective des plaques chondroïdes, c'est-à-dire avec des cellules de cartilage.

» La forme et les rapports de ces cellules entre elles sont d'une admirable netteté dans les tendons imprégnés d'argent. Rares d'abord à la périphérie des plaques chondroïdes, elles deviennent de plus en plus nombreuses, et bientôt ne paraissent plus séparées que par des bandes minces de substance intercellulaire, colorées en brun plus ou moins foncé.

» On vient de voir qu'au moyen de l'acide osmique on peut établir que les plaques chondroïdes des petits oiseaux contiennent de la graisse et que celle-ci est renfermée dans des cellules. A l'aide d'autres réactifs on arrive à démontrer encore que, dans ces plaques, il y a du glycogène et de la substance cartilagineuse. Mais, comme cette démonstration est plus facile chez le poulet et le pigeon, je renvoie à une Communication que je ferai prochainement sur les plaques chondroïdes de ces animaux ce que je pourrais dire aujourd'hui de la recherche de ces substances. »

([1]) Léonard Landois, *Unters. über die Bidesubstanz*, etc. (*Zeitsch. für Wissens. Zool.*, p. 1; 1866).

([2]) *Arch. de Phys.*, t. II, p. 473; 1869.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la tempête des* 11, 12, 13 *mars dernier, aux États-Unis;* par M. H. Faye.

« C'est une des tempêtes les plus intéressantes de notre temps. Elle comprend le blizzard (ouragan de neige) qui a sévi si cruellement sur les villes du littoral, depuis Washington jusqu'à Boston, et dont j'ai entretenu l'Académie dans sa séance du 5 avril dernier. A cette époque, on n'avait encore aucun document précis sur l'état de la mer; ce blizzard m'avait paru se rattacher à un cyclone, le seul connu alors, qui marchait sur le territoire de l'Union vers le Canada où il s'est fait ressentir plus tard à Montréal et à Québec. Car les cyclones sont fréquemment accompagnés, dans ces pays comme dans les nôtres, d'orages ou de tornados marchant à distance du centre, parallèlement à la trajectoire de ce point, dans le demi-cercle de droite.

» Aujourd'hui les nouvelles des nombreux navires qui fréquentent ces mers sont parvenues au Bureau de Navigation; nous savons que la mer à cette époque était parcourue par plusieurs cyclones à la fois. L'un d'eux, celui qui a produit les grands désastres maritimes, a entamé la côte entre le cap Hatteras et Boston. Les premières idées doivent donc être modifiées. D'autre part, le Directeur de la Météorologie maritime, M. E. Hayden, vient de publier un très intéressant Mémoire de M. George Dyer, lieutenant de vaisseau, sur ces documents, et il importe d'en examiner les conclusions [1]. Tel est le double objet de cette Note.

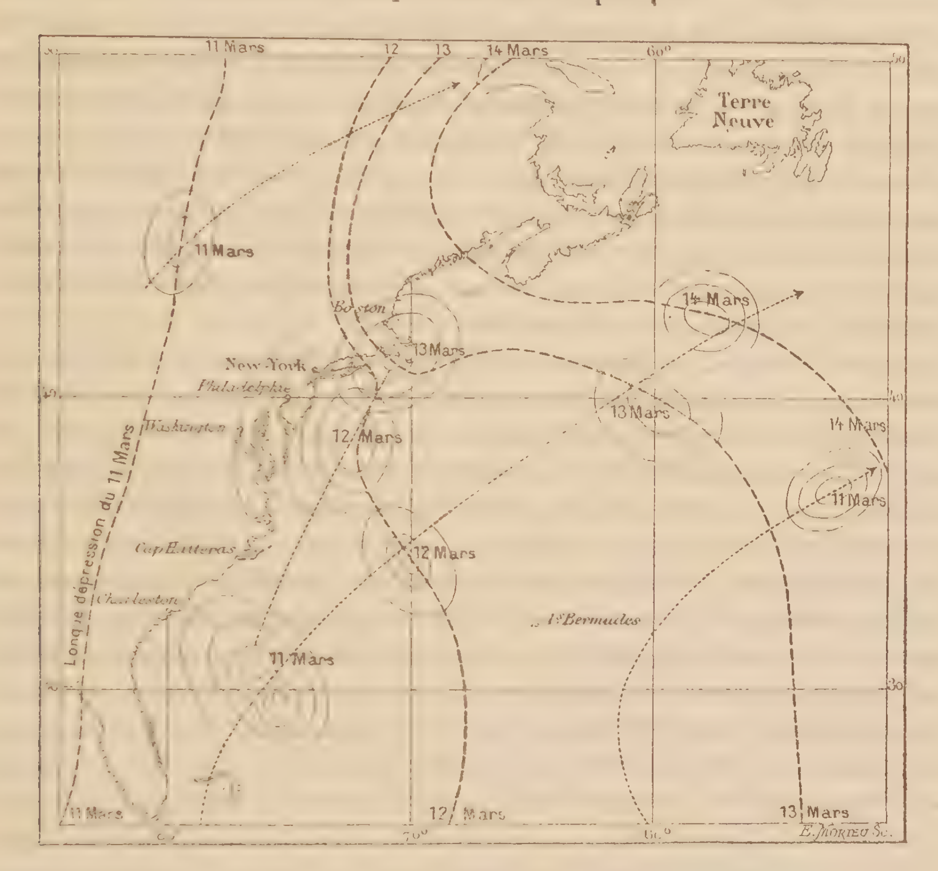
» En premier lieu, dit le savant auteur, ces documents nous présentent un exemple bien frappant d'une espèce particulière et assez rare de tempêtes pour lesquelles la loi basée sur la théorie circulaire, c'est-à-dire la règle des huit rumbs de vent (the eight point rule) cesse d'être applicable [2]. En effet, dans ces tempêtes exceptionnelles, au lieu d'une dépression barométrique en forme de *bassin*, il se produit une immense dépression linéaire en forme d'*auge*, comprise entre deux bords à pressions plus élevées, *a trough of low barometer*, marchant vers l'est.

---

[1] *Nautical Monographs*, n° 5 : *The great storm off the Atlantic coast of the United States, march* 11-14, 1888. Washington, 1888.

[2] L'auteur ajoute : « Malgré cette dérogation aux lois des tempêtes, on peut affirmer avec certitude qu'aucune tempête, quel que soit son caractère anormal, ne doit diminuer la confiance dans ces lois, qui sont basées sur une longue expérience sur toutes les mers du globe.

» Pour faire comprendre la pensée de l'auteur, je mets sous les yeux de l'Académie la Carte (¹) où il a figuré cette dépression linéaire en forme d'auge, ainsi que sa marche sur le continent et sur l'Atlantique pendant les 11, 12, 13 et 14 mars. J'y ai inscrit les trajectoires pointillées de quatre cyclones simultanés que je compte discuter un peu plus loin.



» La dépression linéaire du 11 mars se serait étendue de la côte occidentale de la Floride aux rives du lac Huron et même au delà, jusqu'aux limites sud de la baie d'Hudson, embrassant presque toute la largeur de la zone tempérée. Du 11 au 12, elle aurait marché vers l'est, bien plus vite sur l'Océan que sur les terres. Du 12 au 13, c'est à peine si elle se déplace sur le continent; enfin, du 13 au 14, elle se meut rapidement vers l'angle

(¹) Cette Carte se rapporte à midi, temps moyen de Greenwich, ou à 7^h du matin, heure du 75e méridien (passant à peu près par Philadelphie).

N.-E. de la Carte. Ce serait à son passage sur la côte que l'air, en se précipitant de droite et de gauche dans cette dépression sans pouvoir la combler, aurait produit les mouvements tournants cause de tant de désastres. Telle est l'hypothèse de M. G. Dyer.

» La théorie que je soutiens depuis quinze ans est incompatible avec cette hypothèse. Il se peut que des cyclones coexistent dans la même région, et même que l'un d'eux vienne à se segmenter, ce qui l'allonge un instant dans une certaine direction; c'est là l'histoire fort ordinaire des girations qui se produisent dans les fluides en mouvement. Mais ces girations se propagent jusqu'au sol en conservant en bas une forme d'autant plus circulaire qu'elles marchent plus lentement. Elles ne sauraient donc produire en bas que des impressions en forme de bassin plus ou moins ovale, et non une sorte d'auge analogue à l'entre-deux d'immenses lames parallèles qui se suivraient de près sur l'Océan.

» Voici, je crois, comment on est arrivé, en Amérique, à cette conception singulière d'un immense *trough of low barometer*, cause de tous ces phénomènes. Persuadés que les mouvements giratoires ont leur origine en bas, les météorologistes du Signal Office cherchent à expliquer les cyclones par le contraste des températures dans les couches basses, et le conflit des vents secs et froids du nord-ouest s'avançant en ligne de bataille sur le sol contre les souffles chargés d'humidité qui viennent du golfe et s'étendent librement sur les vastes plaines du Missouri. D'après ces vues, la ligne sur laquelle les vents opposés viennent se heurter serait une ligne de dépression barométrique et, par suite, l'arène de toutes les tourmentes atmosphériques. Que cette opposition des températures ait une grande influence sur le climat des États-Unis, nul ne le contestera : mais qu'elle produise des cyclones, c'est de toute impossibilité. Les cyclones s'alimentent, non pas en bas, mais dans les courants supérieurs de l'atmosphère, et cela en toute saison, sous tous les climats, aussi bien sur l'océan Indien où il n'y a pas de contraste de température ni de Gulf stream, qu'aux États-Unis et sur l'Atlantique nord. Au point de vue mécanique, ils ne dépendent pas des basses couches de l'atmosphère et n'ont rien qui soit particulier aux États-Unis, si ce n'est qu'ils sont là bien plus près de leur origine qu'en Europe, et qu'ils doivent charrier plus de cirrus.

» Pour revenir aux longues dépressions linéaires en forme d'auge, tracées par M. Dyer, on trouve sur la Carte qu'à la latitude de Boston leur déplacement aurait été de 5° le premier jour, de 0°,7 le second et de

11° le troisième. Ces anomalies, les contournements inadmissibles de ces lignes de dépression, l'impossibilité de comprendre leur formation et les mouvements qu'on leur suppose sont bien de nature à inspirer des doutes.

» Nous allons voir qu'on peut se rendre compte de tous les phénomènes sans recourir à ces invraisemblables dépressions linéaires, à la condition de prendre les tempêtes pour ce qu'elles sont, c'est-à-dire pour des cyclones nés au loin, et non pour des dépressions locales produites par les vents engendrés sur le territoire des États-Unis.

» Le 11 mars, nous trouvons sur la Carte trois cyclones à la fois. L'un a déjà passé à l'est des Bermudes et s'éloigne en marchant au nord-est. L'autre, déjà cité, est sur le continent et marche vers le Canada. Entre les deux, un troisième cyclone, indépendant des deux premiers, a dépassé le 11 mars le 30e parallèle [1] pour atteindre, vers le 12, le méridien de 70° et s'éloigner des côtes le 13 et le 14, encore vers le nord-est, sans avoir notablement contribué aux désastres des 12 et 13 mars.

» Jusqu'ici ces désastres restent inexpliqués. Mais les données si habilement réunies par le Service météorologique de la Marine montrent que, le 12 et le 13, il existait un quatrième cyclone, très voisin du précédent, si voisin que, le 12, il était compris avec lui dans les mêmes isobares extérieures. Le 11, on n'en fait pas mention; mais, si l'on construit sa courte trajectoire du 12 et du 13, on trouve, en la prolongeant en arrière, qu'elle va rencontrer celle du précédent cyclone à peu près au point où je l'ai déjà placé pour le 11. A cette date, les deux cyclones ont dû se trouver au même endroit. Or cela ne peut se produire que dans le cas d'une segmentation, et c'est cette segmentation qui résout le problème de savoir ce qu'est cette tempête furieuse de deux jours (12 et 13) qu'on ne retrouve ni après ni avant ces deux dates. Le segment détaché du cyclone principal (dont j'ai dessiné à peu près la longue trajectoire des 11, 12, 13, 14 mars) serait allé un peu plus au nord produire la tempête partielle dont l'existence n'a été signalée que les 12 et 13 mars; et comme celle-ci a certainement attaqué la côte, c'est elle, c'est ce cyclone parasite qui a

---

[1] Ce cyclone n'est pas marqué le 11 sur les Cartes américaines. Ce n'est pas une raison pour croire qu'il a débuté le 12. Je l'ai figuré de sentiment le 11, en position mais non en grandeur, d'après la trajectoire des 12, 13, 14 et les indications du vapeur américain *Knickerbrocker* qui me paraît l'avoir accompagné du 10 au 11 et même au delà. Dans cette région, les documents sont rares.

produit à la fois le blizzard des villes du littoral et les désastres constatés en mer.

» On retrouve même ici un caractère bien frappant de ce phénomène de segmentation. Règle générale, dès que deux noyaux de giration se sont formés, chacun d'eux tend à devenir un cyclone complet, à s'arrondir autour de son centre et à poursuivre isolément sa course. C'est ainsi que le segment ci-dessus est devenu presque circulaire le 13, lorsque la vitesse de translation diminuait si sensiblement. De plus, il était condamné à disparaître, car un cyclone qui cesse de marcher doit se dissiper bientôt sur place, et il est certain que celui-ci s'est arrêté sur Block Island et s'y est évanoui.

» Telle est, à mon gré, l'explication de cette inoubliable tempête. Il était bien inutile, on le voit, de recourir à une nouvelle espèce de dépression, à un *trough of low barometer,* et maintenant que nous avons reporté sur la Carte ci-dessus les positions de jour en jour de ces quatre cyclones, il est aisé de juger définitivement l'hypothèse des grandes lignes de dépression barométrique. Pour les tracer, l'auteur s'est contenté de joindre chaque jour par un trait les centres des deux ou trois dépressions en forme de bassin des deux ou trois tempêtes qui couraient simultanément sur le continent et sur l'Atlantique. Or de pareilles courbes ne sauraient avoir de signification mécanique ou physique.

» Ainsi, en ce qui concerne ces grands et terribles phénomènes de mars dernier, les idées reçues en Amérique conduisent à chercher leur origine et leur cause dans des circonstances purement locales de vents régnants et de contraste de température sur le sol des États-Unis et, pour appliquer cette théorie, on est conduit à supposer qu'une immense dépression linéaire, née de ce contraste ou de ce conflit, se transporte au loin jusque sur l'Océan, et qu'elle fait naître, là où elle rencontre la mer et surtout le bien innocent Gulf stream, des tourmentes et des tempêtes.

» D'après la théorie contraire, ces diverses tempêtes, qui courent toutes à peu près vers le nord-est (d'après les trajectoires que j'ai dessinées moi-même sur la Carte), sont des cyclones indépendants ayant leur origine bien au-dessous du 30e degré dans les mers intertropicales, et dont nous ne voyons pas la portion de trajectoire qui court à l'ouest-nord-ouest. La seule particularité que présente l'un de ces cyclones, c'est la segmentation qu'il a subie vers le 11 mars, c'est l'histoire de ce segment bien vite devenu un cyclone complet marchant au nord-nord-est, dans une direction un peu différente de celle du cyclone primitif, s'arrondissant de plus en

plus, mais destiné à s'arrêter bientôt au-dessous de Boston, après avoir produit, pendant deux jours de marche ralentie, le blizzard de la côte et de nombreux naufrages dans ces mers si fréquentées. Pendant ce temps, le cyclone primitif poursuivait sa route au nord-est, tout comme le cyclone de gauche qui allait vers le Canada, et comme celui de droite, à l'est des Bermudes, qui a peut-être atteint les côtes de l'Europe centrale.

» Il y a lieu d'être surpris que le Service de Météorologie maritime ait accepté si pleinement, dans cette circonstance, les idées du *Signal Office* territorial, car les marins des États-Unis n'ont pas cessé d'adhérer fermement aux lois des tempêtes; ils savent mieux que personne que toute dépression n'est pas nécessairement un cyclone; ce sont eux qui proclament que l'histoire d'une tempête n'est réellement connue que lorsqu'elle a été suivie sur les mers lointaines dans son parcours entier, et cela suppose assurément qu'elle n'est pas le produit de circonstances locales là où l'on vient de l'observer. Je ne puis mieux faire, pour le prouver, que de rappeler la Note de la page 436, et de citer ici, en terminant, l'histoire du cyclone du mois d'août que rapporte M. G. Dyer au début même de son savant Mémoire.

» En août dernier, une tempête d'une violence extrême s'est avancée vers nos côtes en passant entre les Bermudes et les Bahamas. Des centaines de Rapports dus aux capitaines des navires engagés nous permirent de tracer exactement la trajectoire, sorte de grande parabole tangente à Saint-Thomas, à Hatteras, au cap Race et finalement à la côte nord de Norvège. On aurait pu croire le travail terminé, lorsque nous reçûmes, six mois plus tard, un Rapport de l'Office météorologique anglais indiquant, d'après un vaisseau venu de l'équateur, que cette même tempête avait eu son origine bien loin dans l'est, au large de la côte africaine, et ce n'est que ces jours derniers que le vaisseau *Glenburn*, arrivé à New-York le 30 mars, venant de Calcutta, nous a donné le moyen de tracer plus exactement la course de cette même tempête à l'ouest des îles du cap Vert.

» J'espère que de nouveaux renseignements permettront également de tracer avec plus de précision la trajectoire du cyclone des 11, 12, 13, 14 mars et de la poursuivre au delà du 30e degré, jusque dans les mers tropicales, où lui aussi a dû, selon toute probabilité, prendre son origine. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1889.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Hermite, Darboux, Bertrand, Poincaré, Phillips réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jordan et Halphen.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Phillips, Jordan réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Halphen et Poincaré.

Prix extraordinaire de six mille francs. — MM. Jurien de la Gravière, Pâris, de Bussy, Bouquet de la Grye, de Jonquières réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Phillips.

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Phillips, Maurice Lévy, Sarrau, Resal, Boussinesq réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Deprez et Haton de la Goupillière.

Prix Plumey. — MM. Pâris, Jurien de la Gravière, de Bussy, Phillips, Bouquet de la Grye réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Jonquières et Resal.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. **Faurie** soumet au jugement de l'Académie une Note relative à la préparation de l'aluminium et de ses alliages.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la bibliothèque de l'Institut, des Cartes suivantes, publiées depuis le 1er janvier 1889 par le Service hydrographique de la Marine.

4263. De Sierra Leone au cap Lopez (golfe de Guinée).
4268. Baie de Palerme (Sicile).
4309. De Tsung-Mui-Tao au cap Pak-Long (Tonkin) (M. La Porte).
4311. Embouchure et Mouillage du Lackh-Kiao (Tonkin) (M. La Porte).
4317. Mouillage de Tandines (Ile Mare Iles Loyalty) (M. Bénier).
4318. Entrées de Kua Vann, du Lak-Tran, etc. (Tonkin) (M. La Porte).

ASTRONOMIE. — *Sur la rectification complète du sextant.* Note de M. **Gruey**.

« Première méthode. — 1° *Rectification de l'axe de rotation* R *du grand miroir* M. — Jusqu'ici les artistes se contentent d'ajuster mécaniquement, une fois pour toutes, l'axe de rotation R du grand miroir M perpendiculairement au limbe L, avec une approximation inconnue et probablement assez faible. Avec le temps, les chocs, les hasards de la navigation, les grandes variations de température, cette perpendicularité s'altère peu à peu ou subitement; elle peut devenir insuffisante, à l'insu de l'observateur qui ne possède aucun moyen ni de constater, ni de corriger cette altération nuisible à toutes les mesures. Ce grave défaut vient de la fixité absolue, sur le limbe L, du coussinet C de R; il disparaît avec elle dans le dispositif suivant, très solide et facile à réaliser.

» C est porté par une première lame d'acier A, portée elle-même par une deuxième lame A′ fixée à L. Les lames A, A′, sous l'action de vis correspondantes a, a', peuvent fléchir *séparément* autour de leurs talons rectilignes respectifs, parallèles à L et rectangulaires entre eux. De là, pour C, la possibilité de pivoter légèrement autour de la normale l à L et de prendre rigoureusement la direction de cette normale.

» M est monté sur R à la manière ordinaire. Une vis de réglage m permet de rendre M parallèle à R. Nous formons R de deux bras cylindriques r, r', sur le prolongement exact l'un de l'autre, débordant également la largeur de M et s'ajustant également dans C. Supposons r ajusté. Sur r' s'ajuste, à volonté, parallèlement à L, par une douille C′ semblable à C,

une tige inflexible TT′ qui porte : à l'une de ses extrémités T′ une lunette auxiliaire U′ dirigée, sur l'arc divisé λ de L, parallèlement à *l*; et à l'autre extrémité T un simple contrepoids. Une vis de pression *c*′ permet de rendre C′ solidaire de *r*′. La lunette U′ est munie d'un oculaire nadiral *n*′ et de deux fils réticulaires se croisant en I′ dans le plan focal de son objectif, dont nous désignons le centre optique par O′. Elle est reliée à T′ par deux vis u'_1, u'_2 rectangulaires entre elles et parallèles au limbe. En agissant sur ces vis, on peut faire varier la direction de O′I′ et la rendre perpendiculaire à L.

» L'arc divisé λ est en platine bien poli et réfléchit la lumière comme un bon miroir. Lorsque U′ est en place, vis-à-vis de λ, il suffit de regarder par *n*′ pour voir, dans le champ, outre les fils réticulaires, leurs images simplement réfléchies. En agissant sur u'_1, u'_2 on fait coïncider I′ avec son image I'_1 ; alors l'axe optique O′I′ de U′ est rigoureusement perpendiculaire à L.

» Serrons la vis *c*′ pour rendre U′ solidaire de *r*′ et faisons tourner le système (TT′, U′, R) autour de *r*, en agissant sur l'alidade de M. Si la coïncidence entre I′ et I'_1 subsiste sur toute l'étendue de λ, *r* est bien perpendiculaire à L. Sinon, on agira sur les vis de réglage *a*, *a*′ du coussinet C jusqu'à ce que cette coïncidence, établie sur un point de λ, persiste pendant cette rotation ; alors *r* sera rectifié.

» Après avoir ainsi rectifié le bras *r*, fixons-le au limbe en serrant la vis de l'alidade. Ensuite desserrons *c*′ et faisons tourner le système (TT′, U′) autour de *r*′ immobile. Si la coïncidence entre I′ et I'_1 se maintient, *r*′ a bien la direction de *r* parallèle à *l*; l'axe R est bien exécuté et réglé ; de plus, O′I′ est parallèle à l'axe de la douille C′.

» 2° *Rectification du grand miroir* M. — Après avoir réglé R, établissons la coïncidence entre le carré réticulaire ρ de la lunette ordinaire U du sextant et son image triplement réfléchie ρ_1 sur les deux miroirs M, M′, en faisant varier l'inclinaison sur L de l'axe optique OI de U au moyen d'une vis *u*. Retournons M et R en ajustant *r*′, au lieu de *r*, dans C. Si la coïncidence entre ρ et ρ_1 n'est pas détruite par ce retournement, M est parallèle à R ou perpendiculaire à L. Si elle est détruite, on agira sur la vis *m* de M pour réduire de moitié l'écart entre ρ et ρ_1, puis sur la vis *u* de U pour rétablir la coïncidence; on fera un nouveau retournement, et ainsi de suite, jusqu'à ce que cette coïncidence ne soit plus détruite par le retournement de (M, R).

» 3° *Rectification du petit miroir* M′. — Après avoir rectifié R et M, on rectifiera M′ à la manière ordinaire; on fera coïncider les deux images d'un point très éloigné, en agissant sur la vis de réglage *m*′ de M′.

» 4° *Rectification de l'axe optique de* U. — Après avoir rectifié R, M, M', il suffira pour rendre OI parallèle à L de rétablir, en agissant sur la vis de réglage u de U la coïncidence entre ρ et ρ_1 qui vient d'être détruite par le réglage de M'.

» Deuxième méthode. — Maintenons le précédent dispositif. Imaginons, en outre, que la lunette U soit portée, à angle droit, comme une lunette méridienne, par un axe S, avec une vis intermédiaire u permettant de faire varier l'inclinaison de U sur S. Les deux bras cylindriques s, s' de S sont sur le prolongement l'un de l'autre et s'ajustent également dans un coussinet Σ relié au limbe, de la même manière que le coussinet C, par l'intermédiaire de deux lames de ressort. En agissant sur deux vis σ, σ' correspondantes à ces lames, on peut les faire fléchir séparément et rendre Σ perpendiculaire au limbe. Les deux bras s, s' de S, les deux bras r, r' de R, les trois coussinets C, C', Σ sont travaillés ensemble avec soin, de telle sorte qu'un bras quelconque s'ajuste exactement dans un coussinet quelconque.

» 1° *Rectification de* R. — Comme dans la méthode précédente.

» 2° *Rectification de* S. — L'axe S de U étant en place, s dans Σ, l'axe optique O'I' de U' rendu parallèle, pendant la rectification de R, à la douille C' du système (TT', U'), ajustons cette douille sur s' et faisons tourner ce système pour mettre U' en face de λ. Regardant alors par n', si l'on voit le réticule de U' coïncider avec son image, s' est perpendiculaire à L; sinon, l'on agira sur σ, σ' pour produire cette coïncidence. En maintenant U' dans sa position au-dessus de λ, on fera tourner S sur lui-même autour de s pour s'assurer que la coïncidence n'est pas détruite; c'est-à-dire que S est bien construit et rectifié.

» *Rectification de* U. — L'axe S étant rectifié et la lunette U montée sur S, on établira la coïncidence de ρ, ρ_1; puis on retournera (U, S) sur Σ. Si la coïncidence subsiste, l'axe optique OI de U est perpendiculaire à S ou parallèle à L. Sinon, l'on agira sur U, par la vis u, pour réduire de moitié l'écart entre ρ et ρ_1; puis sur M, par la vis m, pour rétablir la coïncidence. On fera un nouveau retournement, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la coïncidence entre ρ et ρ_1 subsiste après comme avant le retournement de (U, S) sur Σ.

» Enfin on orientera les fils réticulaires de U, les uns parallèlement, les autres normalement au limbe L, en faisant tourner sur lui-même le coulant qui porte le réticule, jusqu'à ce que, pendant la rotation de M, la croisée de deux fils triplement réfléchis décrive un fil réel ou une parallèle à ce fil.

» 4° *Rectification simultanée de* M *et* M′. — Après avoir rectifié R, S, U, on rectifiera à la fois les deux miroirs M, M′. On les rendra d'abord parallèles en agissant sur la vis m de M pour faire coïncider les deux images p, p_1 d'un point éloigné P. On fera tourner M pour amener dans le champ de U l'image ρ_1, qui ne coïncidera plus, en général, avec ρ, mais s'en écartera dans le sens perpendiculaire au limbe. On détruira cet écart entièrement par M′, en agissant sur les vis de réglage m' de ce miroir. Revenant sur P, on recommencera cette suite d'opérations, jusqu'à ce que, sans plus toucher à m, m', on puisse observer successivement la coïncidence de p, p_1 et celle de ρ, ρ_1 par une simple rotation de M autour de R. Alors les deux miroirs sont perpendiculaires à L. »

MÉCANIQUE. — *Les transformations isogonales en Mécanique.* Note de M. E. Goursat, présentée par M. Darboux.

« Considérons le mouvement d'un point matériel dans un plan, dans le cas où il existe une fonction des forces $U(x, y)$. La détermination des trajectoires qui correspondent à une même valeur h de la constante des forces vives se ramène, comme on sait, à la recherche d'une intégrale complète de l'équation aux dérivées partielles

$$(1) \qquad \left(\frac{\partial\theta}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\theta}{\partial y}\right)^2 = 2(U + h).$$

» Posons $z = x + iy$, $Z = X + iY$, et soit $z = F(Z)$ une fonction analytique de la variable complexe Z; de cette relation on tire

$$(2) \qquad x = \varphi(X, Y), \qquad y = \psi(X, Y),$$

$\varphi(X, Y)$, $\psi(X, Y)$ étant deux fonctions des variables réelles X et Y, dont les dérivées vérifient les conditions

$$(3) \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial X} = \frac{\partial\psi}{\partial Y}, \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial Y} = -\frac{\partial\psi}{\partial X}.$$

» Si, dans l'équation (1), on fait le changement de variables défini par les formules (2), on reconnaît immédiatement qu'elle devient

$$(4) \qquad \left(\frac{\partial\theta}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial\theta}{\partial Y}\right)^2 = 2(U + h)\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial Y}\right)^2\right].$$

» La nouvelle équation étant de même forme que la premiére, on est conduit à la proposition générale suivante :

» *Si l'on considère toutes les trajectoires correspondant à la fonction des forces* $U(x, y)$ *et à la valeur h de la constante des forces vives, et qu'on soumette ces courbes à la transformation isogonale* (2), *les nouvelles courbes seront les trajectoires correspondant à une nouvelle fonction des forces*

$$\{U[\varphi(X, Y), \psi(X, Y)] + h\}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial Y}\right)^2\right],$$

et à la valeur zéro de la constante des forces vives.

» Supposons, par exemple, qu'on ait

$$U = \frac{\alpha}{\sqrt{x^2 + y^2}} + \beta, \qquad h = 0,$$

α et β étant deux constantes quelconques, et qu'on effectue la transformation isogonale $x = X^2 - Y^2$, $y = 2XY$; la nouvelle valeur de U sera

$$U = 4\alpha + 4\beta(X^2 + Y^2).$$

On passe ainsi de la loi d'attraction newtonienne à la loi de l'attraction proportionnelle à la distance ; on vérifie d'ailleurs immédiatement qu'une conique ayant un foyer à l'origine donne, par la transformation précédente, une conique concentrique à l'origine.

» La fonction des forces U restant la même ainsi que la transformation isogonale (2), si l'on fait varier la constante des forces vives h, les courbes transformées ne sont pas, en général, les trajectoires d'un mobile pour une même fonction des forces. Il y a cependant un cas assez étendu où il en sera ainsi. Supposons que U vérifie la relation

$$\frac{\partial^2 \log U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \log U}{\partial y^2} = 0$$

ou, ce qui revient au même, soit de la forme $U = f(x + iy) f_0(x - iy)$, f_0 désignant la fonction conjuguée de f. Posons encore

$$z_0 = x - iy, \qquad Z_0 = X - iY, \qquad \int f(z)\,dz = Z, \qquad \int f_0(z_0)\,dz_0 = Z_0,$$

et supposons que des deux dernières relations on ait tiré

(5) $$z = \varphi(Z), \qquad z_0 = \varphi_0(Z_0).$$

» Si dans l'équation

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\theta}{\partial y}\right)^2 = 2[\alpha f(x+iy)f_0(x-iy)+\beta],$$

où α et β sont deux constantes quelconques, on fait la transformation définie par les formules (5), elle devient

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial X}\right)^2 = \left(\frac{\partial\theta}{\partial Y}\right)^2 = 2[\alpha + \beta\varphi'(Z)\varphi'_0(Z_0)];$$

par suite, les trajectoires correspondant à la fonction des forces

$$f(x+iy)f_0(x-iy)$$

donnent par la transformation (5) les trajectoires correspondant à la fonction des forces $\varphi'(X+iY)\varphi'(X-iY)$, et cela quelle que soit la constante des forces vives.

» En prenant $f(z)=z^m$, on est conduit à un résultat qui comprend comme cas particulier le résultat signalé plus haut. Si l'on considère un point matériel soumis à l'action d'une force centrale proportionnelle à la puissance $n^{\text{ième}}$ de la distance, les deux systèmes de trajectoires correspondant aux deux valeurs μ, ν de n se déduisent l'un de l'autre par une transformation isogonale lorsque μ, ν vérifient la relation

$$\mu\nu + 3(\mu+\nu) + 5 = 0$$

(il faut en excepter les cas de $\mu = -1$, $\mu = -3$).

» Les remarques ci-dessus s'appliquent aussi au mouvement d'un point matériel dans l'espace, et en général à tous les problèmes de Dynamique pour lesquels il existe une fonction des forces et où les liaisons sont indépendantes du temps. Si $q_1, q_2, \ldots, q_n$ sont les variables qui fixent la position du système et $2T$ la forme quadratique homogène en $q'_1, q'_2, \ldots, q'_n$ qui est égale à la force vive totale, il suffira de connaître une transformation telle que T se reproduise à un facteur près dépendant seulement de $q_1, q_2, \ldots, q_n$ pour avoir un théorème analogue à celui qui a été énoncé plus haut. »

Remarque sur la Communication précédente; par M. G. **Darboux**.

« Considérons un point matériel assujetti à se mouvoir sur une surface dont l'élément linéaire est défini par la formule

$$(1) \qquad ds^2 = \mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2.$$

» S'il est soumis à des forces admettant un potentiel

$$(2) \qquad \mathrm{U} = \mathrm{F}(u, v),$$

on a l'intégrale des forces vives

$$v^2 = 2(\mathrm{U} + h)$$

et, d'après le principe de la moindre action, la recherche des trajectoires du mobile se ramène à celle des géodésiques d'une nouvelle surface dont l'élément linéaire est déterminé par la formule

$$ds'^2 = (\mathrm{U} + h)(\mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2).$$

» Si l'on remplace h par $\frac{\beta}{\alpha}$, β et α désignant deux constantes, on pourra substituer à l'expression précédente de ds^2 la suivante

$$ds^2 = (\alpha\mathrm{U} + \beta)(\mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2),$$

qui est linéaire par rapport à α et à β. De là résulte la conséquence suivante :

» *Si l'on sait résoudre le problème de Mécanique proposé avec la surface définie par la formule* (1) *et la fonction des forces* (2), *on saura le résoudre aussi avec la surface dont l'élément linéaire est donné par la formule*

$$(3) \qquad ds^2 = \mathrm{U}(\mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2),$$

la fonction des forces étant maintenant

$$(4) \qquad \mathrm{U}' = \frac{1}{\mathrm{U}} = \frac{1}{\mathrm{F}(u, v)}.$$

» Supposons, par exemple, que la surface primitive soit plane. On pourra prendre

$$ds^2 = dx^2 + dy^2,$$

x, y étant les coordonnées rectangulaires du mobile.

» Si l'on sait déterminer le mouvement de ce mobile quand la fonction des forces est

$$U = F(x, y),$$

on saura aussi déterminer le mouvement du mobile assujetti à demeurer sur la surface dont l'élément linéaire a pour expression

$$ds^2 = F(x, y)(dx^2 + dy^2),$$

la fonction des forces étant maintenant $\frac{1}{F}$.

» Si l'on veut que la nouvelle surface soit plane, on doit prendre

$$F = \varphi(x + iy)\psi(x - iy),$$

et l'on retrouve ainsi le théorème de M. Goursat [1].

» Le lecteur rattachera aisément aux développements qui précèdent la remarque suivante, que nous nous contenterons d'énoncer :

» *Toutes les fois que l'on aura sur une surface la solution complète d'un problème de Mécanique correspondant à une fonction des forces donnée mais quelconque, on saura, par cela même, trouver les lignes géodésiques de cette surface.* »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation du zinc et du cobalt.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« I. J'ai fait voir [2] avec quelle netteté on peut, par l'hydrogène sulfuré et en milieu acide, effectuer la séparation du zinc et du nickel. Ayant démontré, d'autre part [3], qu'en liqueur franchement acide les sels de cobalt se transforment moins facilement en sulfure que ceux de nickel, il y avait lieu de penser que la méthode qui avait réussi avec le nickel était également applicable au cobalt en présence du zinc. L'expérience, cependant, montre qu'elle est souvent défectueuse; le procédé n'est rigoureux

---

(1) On pourrait aussi obtenir des résultats intéressants en étudiant les cas dans lesquels une des deux surfaces est plane et l'autre sphérique.

(2) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 236.

(3) *Comptes rendus*, t. CV, p. 806.

qu'à la condition d'avoir peu de cobalt par rapport au zinc, de 5 à 6 pour 100 au plus; sinon le précipité de zinc renferme du cobalt et prend une teinte vert d'eau, due à l'existence d'une combinaison des deux sulfures de zinc et de cobalt et qui serait aux sulfures ce qu'est aux oxydes le vert de Rinnmann. Car si l'on mélange des poids de sulfures de cobalt et de zinc égaux à ceux que renferme le précipité formé dans la liqueur zinco-cobaltique, on a un produit gris noirâtre. Ce sulfure vert peut, dans certains cas, renfermer jusqu'à 3 et 4 pour 100 de son poids de sulfure de cobalt.

» II. Par exemple, en opérant comme dans le cas du nickel, et en portant même à 25 pour 100 la teneur de la liqueur en acide acétique pour un mélange synthétique de $0^{gr},249\,ZnSO^4$ et $0^{gr},250\,CoSO^4$, le sulfure vert formé et filtré après une heure de repos à 16° a donné $0^{gr},256$ de $ZnSO^4$ rosé, qui, traité à nouveau par la même méthode, s'est scindé en $0^{gr},249\,ZnSO^4$ et $0^{gr},007\,CoSO^4$.

» Si même la proportion de zinc s'abaisse notablement, le poids de sulfure de cobalt, précipité avec celui de zinc, s'exagère et, dans ce cas, le sulfure noircit en moins d'une heure. C'est ce qui a lieu pour un mélange synthétique de $0^{gr},037\,ZnSO^4$ et $0^{gr},4625\,CoSO^4$ dans une liqueur acétique à 25 pour 100. Après un repos de seize heures, le poids de CoS formé correspond à environ 30 pour 100 du cobalt mis en œuvre, exactement $0^{gr},130\,CoSO^4$.

» L'action varie donc avec la nature des éléments, nickel ou cobalt, mis en présence du zinc, même dans des conditions où l'hydrogène sulfuré seul n'agit ni sur les sels de nickel ni sur ceux de cobalt, pris isolément. Ce fait n'est d'ailleurs pas unique dans l'histoire des sulfures, et je me réserve de signaler ultérieurement plusieurs exemples semblables.

» III. En tous cas, la comparaison des deux derniers essais nous conduit à conclure que le sulfure de zinc, même en petite quantité, est capable de provoquer la décomposition du sulfate de cobalt à froid en présence du sulfure d'hydrogène, et en liqueur fortement acétique, s'il n'y a pas au début de l'expérience de quantité notable d'acide sulfurique libre. J'ai alors cherché à résoudre le problème de la séparation du cobalt et du zinc en prenant, comme acide libre, l'acide sulfurique et en diluant proportionnellement pour ne pas empêcher la précipitation totale du zinc; en m'en tenant toutefois, pour ne pas avoir à opérer sur des volumes considérables de liquide, au cas où le poids de l'acide libre est égal *environ* à celui de l'acide en combinaison dans les sels en présence. Dans ces conditions, en

laissant reposer le sulfure formé pendant trois heures à 16°, j'ai eu les résultats suivants :

	Mélange synthétique dans 400^{cc}.		Trouvé.
$ZnSO^4$	0,055	$ZnSO^4$	0,055
$CoSO^4$	0,468	$CoSO^4$	0,4685
SO^3 libre...........	0,262		

» Si, en tant que résultats analytiques, les poids trouvés sont satisfaisants, le sulfure formé était cependant encore très faiblement teinté en vert, et le sulfate de zinc en rose. L'examen a prouvé que ces colorations n'étaient dues, pour ces faibles poids de sulfure et de sulfate zincique, qu'à des traces de cobalt de l'ordre des dixièmes de milligramme; mais il est évident que la séparation n'est pas encore absolue. L'expérience montre en effet que, dans le cas d'un mélange de *même poids total, un demi-gramme environ*, si les quantités pondérales des deux métaux sont moins dissemblables, l'écart entre les poids de sels mis en œuvre et ceux trouvés peut aller jusqu'à 2^{mgr} (par excès pour le sulfate de zinc, par défaut pour celui de cobalt), et va en augmentant d'autant plus que l'on opère sur des poids plus forts.

» IV. Cette teinte verte, que prend ZnS formé en présence de quantités notables de sels de cobalt, n'a jamais été mentionnée; cependant, je l'ai constatée également lors de l'emploi des acides citrique ([1]), oxalique, etc., qui ont été recommandés par divers auteurs, se basant sur l'action différente de HS sur les sels correspondants de zinc et de cobalt en solution acidulée par un excès du même acide. Ce fait n'est pas surprenant, puisque l'acide sulfurique et l'acide nitrique eux-mêmes laissent le chimiste aux prises avec les mêmes difficultés.

» En principe, le cobalt et le zinc, *même pris à l'état de sulfates*, ne peuvent être rigoureusement séparés par le gaz sulfhydrique en présence d'un petit excès d'acide sulfurique libre, que si la quantité de cobalt est relativement faible. La séparation est encore suffisamment approchée, s'il y a au contraire fort peu de zinc; mais, à part ces conditions limites, si l'on ne veut s'astreindre à augmenter la proportion d'acide libre, et par suite le

---

([1]) Méthodes que je me propose de discuter ultérieurement, ainsi que celle de Zimmermann, d'un emploi d'ailleurs fort délicat, et basée sur l'emploi du sulfocyanure d'ammonium.

volume du solvant, le mieux, si l'on veut un dosage absolument rigoureux, est de soumettre le précipité zincique retransformé en sulfate à un deuxième traitement.

» V. J'indiquerai plus tard les conditions d'une séparation, par voie sèche, du zinc d'avec le nickel et le cobalt. Elle est fondée sur la propriété que possèdent le chlorure de nickel et le chlorure de cobalt d'être absolument fixes à la température d'ébullition du soufre, propriété que j'ai déjà signalée, tandis qu'à la même température le chlorure de zinc a une tension de vapeur très considérable. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Observations sur la saccharification par la diastase.* Note de M. L. Lindet, présentée par M. Friedel.

« Le dédoublement de l'amidon en maltose et en dextrines sous l'influence de la diastase n'est pas le seul phénomène dont il faille tenir compte pendant la saccharification. Ce phénomène est toujours accompagné, en effet, d'une réaction secondaire, pendant laquelle la diastase attaque les dextrines et les transforme en maltose. Mais cette réaction n'est jamais complète; elle s'arrête quand il y a dans la liqueur une proportion déterminée de maltose, qu'elle ne peut dépasser, comme si ce maltose faisait obstacle à toute saccharification ultérieure des dextrines.

» Payen, à qui l'on doit cette remarque [1], a montré que cet obstacle n'est que passager, et que si l'on fait disparaître le maltose par la fermentation alcoolique, on voit, au fur et à mesure de cette disparition, la diastase, devenant libre pour ainsi dire, produire de nouveau du maltose aux dépens des dextrines.

» C'est sur ce fait que l'industrie de l'alcool de grains et de pommes de terre, qui met en fermentation des moûts saccharifiés par le malt, contenant, par exemple, $\frac{2}{3}$ de maltose et $\frac{1}{3}$ de dextrines, se base pour obtenir à l'état d'alcool la presque totalité de l'amidon que la graine ou le tubercule renfermait.

» Cette théorie a été mise en doute par O'Sullivan [2], qui a semblé dire que la saccharification de la dextrine est produite par l'action simultanée de la diastase et de la levure de bière. Elle a été encore contestée

(1) Payen, *Annales de Physique et de Chimie*, 4e série, t. IV, p. 286.

(2) O'Sullivan, *Société chimique*, t. XXXII, p. 493.

par Kjeldahl ([1]), qui a prétendu que cette action tardive de la diastase pendant la fermentation n'est pas due à l'élimination du sucre, et que, en abandonnant à elle-même une trempe pendant un temps suffisamment long, la saccharification atteindrait les mêmes limites que dans le cas où la trempe serait soumise à la fermentation.

» Ces contradictions m'ont engagé à chercher dans l'emploi de la phénylhydrazine, comme réactif permettant de précipiter le maltose à l'état de phénylmaltosazone insoluble, une nouvelle confirmation de la théorie de Payen. Le maltose une fois disparu, la diastase reprend son activité et saccharifie les dextrines.

» I. Je prépare un moût que je saccharifie à refus par la diastase ; ce moût contient alors une quantité de maltose maxima, que dans les conditions déterminées de l'expérience la saccharification n'a pu dépasser :

» 100^{cc} de ce moût renferment :

		Pour 100.
Maltose	2^{gr},730	70,1
Dextrine	1^{gr},163	29,9

» Je laisse ce moût en contact avec la diastase et, le chauffant à la température de 62° C., j'ajoute une quantité de chlorhydrate de phénylhydrazine et d'acétate de soude telle, que non seulement le maltose préexistant dans le moût, mais encore le maltose provenant de la saccharification ultérieure de la dextrine, soient précipités, et j'obtiens alors la disparition de 3^{gr},236 de maltose ; la diastase a donc formé 0^{gr},506 de maltose, aux dépens des dextrines contenues dans le moût. Près de 50 pour 100 des dextrines primitives se sont saccharifiées, dextrines que je n'aurais pu faire disparaître en présence du maltose.

» II. Une autre expérience me conduit au même résultat. Prenant deux parties égales d'un même moût, saccharifié également à refus, je précipite dans l'une et dans l'autre des quantités inégales de maltose par la phénylhydrazine.

» Les moûts ainsi débarrassés d'une partie de leur maltose présentent alors la composition suivante pour 100^{cc} :

		gr	Pour 100.
Moût A.	Maltose	2,660	32,9
	Dextrines	5,420	67,1
Moût B.	Maltose	6,340	60,3
	Dextrines	4,162	39,7

» J'ajoute dans chacun de ces moûts de la diastase, et je les abandonne pendant le

([1]) Kjeldahl, *Comptes rendus des travaux du laboratoire de Carlsberg*, p. 148; 1879.

même temps à la température de 25° C., température à laquelle on voit, pendant la fermentation industrielle des moûts de grains, la diastase réagir sur les dextrines.

» Une partie du maltose étant disparue par la phénylhydrazine, la saccharification reprend aussitôt. Cette saccharification est plus active dans le moût A que dans le moût B, puisque le moût A contient moins de maltose que le moût B.

» Dans le premier cas, 2gr,431 de dextrines, soit 46,7 pour 100 des dextrines primitives, se trouvent saccharifiés, tandis que dans le second 0gr,545, c'est-à-dire 13,1 pour 100, sont, pendant le même temps, transformés en maltose.

» La saccharification s'arrête dans les deux cas, parce que la quantité de maltose a atteint son maximum, et les deux moûts offrent alors la composition suivante :

			Pour 100.
Moût A.	Maltose..........	5gr,225	63,6
	Dextrine..........	2,989	36,4
Moût B.	Maltose..........	6,915	65,6
	Dextrine.........	3,617	34,4

» III. Enfin, dans une autre expérience, divisant en deux portions égales un même moût, j'élimine dans l'une tout le maltose, dans l'autre une partie du maltose seulement; l'une ne contient alors que des dextrines, l'autre contient 35 pour 100 de maltose et 65 pour 100 de dextrine. Je place dans les deux moûts une même quantité de diastase et je les abandonne à la température de 25°, comme dans l'expérience précédente.

» Dans le premier cas, une quantité de dextrines, représentant 62,3 pour 100 des dextrines primitives, disparaît; dans le second, une quantité représentant 47,0 pour 100 seulement.

» Le premier moût contient :

		Pour 100.
Maltose.....................	3gr,363	64,2
Dextrine....................	1,873	35,8

» Le second :

Maltose.....................	4,683	66,1
Dextrine..............	2,396	33,9

» Il faut donc bien admettre que l'accumulation du maltose dans un moût cause l'arrêt de la saccharification même. Que le maltose disparaisse à l'état d'alcool ou d'acide carbonique ou qu'il disparaisse à l'état de composé phénylhydraziné insoluble, la diastase reprendra son action saccharifiante vis-à-vis des dextrines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux éthers neutres et acides des camphols. Phtalates.* Note de M. A. **Haller**, présentée par M. Berthelot.

« Ces éthers se forment dans les mêmes conditions que les succinates [1].

» On chauffe en tubes scellés, pendant trois jours, à une température de 130°, un mélange de camphol et d'anhydride phtalique dans les proportions indiquées par l'équation

$$2C^{10}H^{18}O + C^8H^6O^3 = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}COOC^{10}H^{17}\\COOC^{10}H^{17}\end{matrix}\right. + H^2O.$$

» Le produit de la réaction se présente sous la forme d'une masse visqueuse, qu'on traite par de l'éther de pétrole. On obtient ainsi une espèce d'émulsion blanche, qu'on lave à plusieurs reprises avec une solution de carbonate de soude. Ces eaux de lavage sont réunies et traitées ultérieurement. On évapore la liqueur éthérée et le résidu est chauffé au bain-marie pour éliminer le bornéol non éthérifié. Il reste finalement un produit d'aspect résineux et cassant, d'un jaune d'ambre, qu'on dissout dans l'alcool bouillant. Par refroidissement de la liqueur, on obtient de fines aiguilles, constituées par du phtalate neutre de bornéol.

» Les eaux de lavage alcalines renferment, à l'état de sel de sodium, du phtalate acide de bornéol et de l'acide phtalique. On sursature par de l'acide sulfurique et on dissout le précipité dans de l'éther. Par évaporation de la solution éthérée, on obtient une masse confusément cristalline, quelquefois visqueuse, qu'on redissout dans de la benzine bouillante. En se refroidissant, ces dernières dissolutions abandonnent les phtalates acides en cristaux bien définis.

» Comme pour les succinates, et bien qu'on ait employé de l'anhydride phtalique et non de l'acide, il se forme donc, dans la réaction ci-dessus, un mélange d'éther neutre et d'éther acide, et il reste un excédent de bornéol non éthérifié.

» *Phtalates neutres droit et gauche* $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}COOC^{10}H^{17}\\COOC^{10}H^{17}\end{matrix}\right.$. — On a employé, pour la préparation de ces éthers, du bornéol $(\alpha)_D = +37,33$ et du bornéol retiré de l'essence de valériane $(\alpha)_D = -37,77$. Cristallisés au sein de l'alcool, ces phtalates se présentent

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 25 février 1889.

sous la forme de fines aiguilles blanches. Quand la cristallisation se produit au sein d'un mélange d'esprit-de-bois et d'éther, les aiguilles sont plus grandes et ont un aspect nacré. Ces corps sont très solubles dans l'éther, la benzine, l'éther acétique, solubles dans l'éther de pétrole, l'alcool et l'esprit-de-bois.

» *Phtalate neutre racémique.* — Cet éther a été préparé en mélangeant des solutions alcooliques de parties égales de phtalates de camphols droit et gauche. Il cristallise en petits prismes, rayonnant autour d'un centre commun, et est soluble dans l'alcool, l'esprit-de-bois, l'éther et la benzine.

» *Phtalates acides droit et gauche* $C^6H^4\langle{}^{COOC^{10}H^{17}}_{COOH}$. — Cristallisés au sein de la benzine, ces éthers prennent la forme de tables quadrangulaires tronquées aux quatre angles. Les solutions alcooliques les abandonnent, au contraire, en houppes cristallines ou en prismes brillants. Ils sont solubles dans l'alcool, l'esprit-de-bois, l'éther, la benzine et les alcalis. Leurs dissolutions dans la soude se décomposent en phtalate de soude et bornéol, quand on les soumet à l'ébullition.

» *Phtalate acide racémique.* — Ce corps se dépose d'une solution benzénique d'un mélange de parties égales de phtalates de camphol droit et gauche. Il cristallise en fines aiguilles groupées en étoiles, très légères et ne ressemblant en rien aux dérivés droit ou gauche. Il est soluble dans l'alcool, l'esprit-de-bois, l'éther et la benzine.

» Nous avons réuni dans le Tableau ci-desous les points de fusion (corr.) et les pouvoirs rotatoires moléculaires (une molécule par litre de solvant) de tous les composés décrits.

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Phtalate neutre droit........	101,12	$(\alpha)_D = +79,54$
» » gauche......	101,12	$(\alpha)_D = -79,14$
» » racémique...	118,00	0
» acide droit........	164,48	$(\alpha)_D = +58,38$
» » gauche......	164,48	$(\alpha)_D = -58,27$
» » racémique...	158,34	0

» Les nombres qui précèdent font voir qu'il existe un plus grand écart entre les points de fusion des phtalates racémiques et des phtalates actifs que celui qui existe entre les succinates correspondants.

» Il faut de plus remarquer que le phtalate neutre racémique fond à une température plus élevée que les dérivés droit et gauche, tandis que le contraire a lieu avec les phtalates acides. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Effets généraux des substances produites par le* Bacillus heminecrobiophilus *dans les milieux de culture naturels et artificiels*. Note de M. **S. Arloing**, présentée par M. A. Chauveau.

« Nous avons décrit, dans une Note précédente, les effets destructeurs considérables exercés par un microbe d'apparence saprogène, quand il est déposé dans un organe frappé de nécrobiose commençante (*Comptes rendus*, séance du 31 décembre 1888). Nous désirons compléter l'histoire de ce microbe. Aujourd'hui nous parlerons des effets physiologiques généraux des matières solubles qu'il fabrique pendant sa végétation dans un organe en voie de nécrobiose et dans un milieu artificiel.

I. Nous rappellerons que, si l'on injecte dans le testicule bistourné d'un bélier $0^{cc},5$ d'une culture du *Bacillus heminecrobiophilus,* on observe une destruction plus ou moins rapide et plus ou moins complète de l'organe. Celui-ci est converti tantôt en une masse semi-fluide, roussâtre, mêlée de gaz, tantôt en une matière jaunâtre d'aspect caséeux. La transformation s'opère au dedans d'une albuginée épaissie et œdémateuse, et elle s'accompagne de phénomènes généraux de résorption. Les vaisseaux du cordon testiculaire sont bien oblitérés; mais l'organe, exsangue dans sa profondeur, se greffe soit sur la face interne des enveloppes scrotales, soit sur le tissu conjonctif de la région inguinale et des vaisseaux sanguins, ne tardant pas à se répandre à sa surface, à la façon des vaisseaux omphalomésentériques sur la vésicule ombilicale. Ces vaisseaux absorbent continuellement une partie des matières solubles fabriquées par les microbes dans le milieu de culture naturel où ils évoluent.

» Il en résulte des phénomènes d'intoxication parfois assez graves pour donner la mort en deux ou trois jours. Le plus souvent, les animaux survivent; mais ils sont tristes, sans appétit, restent presque toujours couchés, languissent et perdent leur laine çà et là, spontanément ou à la moindre traction. On peut rendre très rapidement ces malades à la santé; il suffit pour cela de pratiquer l'ablation du testicule nécrobiosé.

» On remarquera que cette expérience réalise aussi complètement que possible le type d'une vaccination par les produits solubles de la vie microbienne sécrétés dans le cours d'une maladie virulente. Ainsi, le microbe végète en abondance dans une poche accidentelle qui fait néanmoins

partie intégrante de l'organisme; il fabrique sur place des matières toxiques qui passent dans le sang, comme en témoignent les symptômes généraux que nous avons signalés. On laisse ces poisons solubles se déverser pendant quinze à vingt jours dans le système circulatoire. Enfin, à un moment donné, on supprime toute communication entre le foyer de culture et l'organisme, et l'animal revient promptement à la santé.

» Malgré ces conditions éminemment favorables à la production de l'immunité, nous ne l'avons pas obtenue dans nos expériences. En effet, si l'on bistourne le second testicule, après l'ablation du testicule malade, et qu'on injecte à son intérieur le *Bacillus heminecrobiophilus*, on constate qu'il est détruit aussi rapidement que le premier. L'imprégnation du testicule sain par les produits solubles du bacille en question pendant quinze à vingt jours ne lui a donc pas communiqué l'état de vacciné.

» II. Si l'on injecte dans les veines le suc stérilisé et filtré d'un testicule réduit en pulpe par l'action du microbe ou le bouillon des cultures à sa sortie du filtre en porcelaine, on trouble gravement toutes les fonctions de l'organisme.

» Voici le résumé d'une expérience faite sur le mouton :

» Agneau pesant 9^{kg}; température rectale, 39°,4. Injection lente de 5^{cc} de bouillon de culture dans la veine jugulaire. Immédiatement après, accélération de la respiration, tristesse. Quinze minutes après : 84 respirations par minute, tremblements, température à 40°,4. Une demi-heure après l'injection : grande prostration des forces, tympanite, expulsion de matières diarrhéiques. Au bout de trois quarts d'heure : 66 respirations; température, 40°,2; abattement profond; salivation, rictus, efforts de vomissement. Une heure plus tard, les forces semblent se relever; mais diarrhée verdâtre abondante; température, 39°,9. La diarrhée persiste toute la soirée. L'animal est trouvé mort le lendemain matin. L'autopsie démontre des traces de congestion sur divers points de l'intestin et à la base des deux poumons.

» Le bouillon de culture renferme donc des substances pyrétiques et nauséeuses. L'action vomitive devient complète sur le chien.

» Le liquide qui s'est formé dans le testicule bistourné détermine des effets semblables à ceux du bouillon de culture; mais nous avons été surpris de lui trouver une puissance toxique neuf à dix fois moins grande.

» Plusieurs expériences nous ont permis d'établir que le bouillon de culture était toxique à la dose de $\frac{1}{2}$ centimètre cube par kilogramme d'agneau. Nous n'avons pas réussi à tuer le chien avec des doses doubles, ni le cobaye avec des doses six fois plus fortes.

» III. Le bouillon de culture et le suc du testicule en voie de destruc-

tion contiennent des substances insolubles, et d'autres solubles dans l'alcool. On peut séparer ces substances et les mettre en solution dans l'eau, au même titre environ que dans leur milieu naturel. Injectées isolément, elles sont proportionnellement moins actives que le bouillon de culture ou le suc testiculaire. Mais nous avons observé que les effets généraux les plus saillants, indiqués précédemment dans cette Note, sont l'œuvre des substances précipitables par l'alcool. Celles-ci produisent, sur le mouton, la tristesse, les tremblements, l'élévation de la température, la salivation et le rictus; sur le chien, elles déterminent, en outre, le vomissement, au bout d'une heure. A quantité égale, les substances solubles dans l'alcool produisent des effets insignifiants.

» *Conclusions*. — 1° Le *Bacillus heminecrobiophilus* ne confère pas l'immunité; 2° les produits solubles qu'il fabrique peuvent donner la mort s'ils s'accumulent dans le sang; 3° ces produits, pyrétiques et vomitifs, sont plus actifs quand ils se sont formés dans le bouillon de culture que dans un organe nécrobiosé; 4° ils doivent surtout ces propriétés à des substances précipitables par l'alcool. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la structure de l'épiderme chez les Serpuliens* [1]. Note de M. **Albert Soulier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Dans une Note précédente, j'ai exposé le procédé que la *Myxicola* et le *Branchiomma* emploient pour la construction de leurs tubes. Le mucus qui entre dans la composition du tube, n'étant pas le produit de l'activité des glandes périœsophagiennes, ne peut être sécrété que par l'épiderme. Les *Myxicola, Spirographis, Branchiomma, Sabella, Protula, Serpula, Hydroïdes,* que l'on trouve en abondance à la Station zoologique de Cette, m'ont permis d'étudier cet épiderme par la méthode des coupes et par celle des dissociations. Les animaux ont été fixés soit par le sublimé acétique, soit par les liqueurs de Foll, de Müller, de Flemming, soit par l'alcool absolu. Les colorations ont été faites avec le carmin boraté, le carmin aluné et les couleurs d'aniline. L'emploi des colorations doubles, obtenues à l'aide de l'hématoxyline et de l'éosine, m'a donné d'excellents résultats. Toutefois les divers procédés que je viens d'indiquer ne m'ont donné que des renseignements insuffisants. La complication des éléments

[1] Ces recherches ont été faites à la Station zoologique de Cette.

qui constituent l'épiderme est très grande; la limite des cellules est peu distincte, l'affinité pour les colorants est variable; en outre, les éléments se rétractent beaucoup, et il est fort difficile, après l'examen des coupes seules, d'arriver à une notion exacte de la constitution des téguments. Aussi ai-je dû avoir recours, pour compléter ces résultats insuffisants, à la méthode des dissociations. Ici encore les difficultés sont grandes; l'épiderme fraîchement détaché du corps de l'animal ne se laisse pas dissocier; il faut, de toute nécessité, laisser séjourner pendant un temps parfois très long dans un liquide macérateur les téguments que l'on veut étudier. Les boucliers de *Branchiomma*, par exemple, après un an de macération dans le bichromate d'ammoniaque à $\frac{1}{1000}$, ne m'ont présenté que des cellules insuffisamment isolées. Ce même réactif n'a produit aucun effet sur la membrane thoracique de la Protule. J'ai dû faire usage de tous les liquides macérateurs employés en pareil cas. De tous, celui qui m'a donné les meilleurs résultats est le sulfocyanure de potassium. Mais l'action dissociatrice du sulfocyanure étant trop brutale et portant atteinte à l'intégrité des éléments, j'ai dû, après bien des essais, en tempérer l'action par l'addition de certains fixateurs dans des conditions qu'il serait trop long d'exposer ici. C'est là une technique spéciale qui m'a donné d'excellents résultats et m'a permis de pousser plus loin que mes devanciers l'étude de ces tissus complexes et souvent fort difficiles à déchiffrer.

» Claparède avait avant moi traité ce sujet et était arrivé à des conclusions, à certains égards, semblables aux miennes, mais qui en diffèrent sous d'autres rapports. Comme lui, je trouve deux couches dans l'épiderme et les boucliers : une périphérique ou épiderme proprement dit, et une profonde ou sous-épidermique. Sur les coupes de la couche épidermique, on constate la présence de nombreuses alvéoles, les unes transparentes, c'est-à-dire vides, les autres remplies de granulations ou d'un liquide homogène absorbant les colorants avec intensité. Ces alvéoles (follicules muqueux de Claparède) sont les éléments chargés de l'élaboration du mucus; l'aspect granuleux ou homogène correspond à un degré d'élaboration plus ou moins grand de celui-ci. Les alvéoles sont entourées par des fibrocellules nucléées absorbant les colorants avec une intensité moindre. Parfois une seule cellule nucléée, ou un petit groupe de cellules nucléées, s'interpose entre deux alvéoles (épiderme des tores et des boucliers); dans ce cas, l'épiderme est alvéolaire. Parfois, au contraire, le groupe est plus important (face dorsale). Une coupe passant par ce point offre l'aspect d'un épithélium cylindrique. C'est après l'examen de semblables coupes que

Claparède avait attribué à tort aux Spirographis un épithélium cylindrique. La couche sous-épidermique (couche de noyaux de Claparède) offre une constitution analogue, alvéoles entourées par des cellules nucléées. Son épaisseur diffère suivant les points. Dans les tores, elle est plus développée qu'à la face dorsale; à la face ventrale, elle l'est encore davantage. C'est à son grand développement qu'est due la partie profonde des boucliers. Les dissociations de l'épiderme proprement dit révèlent la présence de deux ordres d'éléments. Les uns sont des cellules à mucus, granuleuses, à noyau sphérique, absorbant les colorants avec intensité, munies à leur extrémité inférieure d'un ou plusieurs prolongements. Les autres, qui entourent les premières, sont des cellules épithéliales se colorant peu. A la face dorsale et ventrale, elles affectent la forme de cellules en pinceau, avec plateau et noyau ovalaire; dans les tores, elles prennent la forme d'un cône terminé par une fibre grêle et longue. Il en est de même pour la partie sous-épidermique, où l'on retrouve les deux ordres de cellules; mais ici les cellules à mucus, se colorant beaucoup, sont fréquemment munies de prolongements à leurs deux extrémités; les cellules qui les entourent sont peu avides de colorants, et se terminent aussi à leurs deux extrémités par une ou plusieurs fibres. Ces derniers éléments ne diffèrent en rien de véritables cellules conjonctives.

» Chez tous les Serpuliens que j'ai examinés, la constitution des téguments est la même. On retrouve toujours les deux couches épidermique et sous-épidermique, toutes les deux composées de fibrocellules épithéliales ou conjonctives enclavant des fibrocellules à mucus. Les différences ne résident que dans les dimensions des fibrocellules et de leurs prolongements.

» L'épiderme des Serpuliens est donc un épiderme formé de deux couches; la couche sous-épidermique s'accroît en épaisseur dans certains cas et constitue les boucliers. Le besoin d'une sécrétion de mucus prompte et abondante a déterminé un développement particulier de la partie sous-épidermique en des points spéciaux de la surface cutanée. La Myxicola sécrète un tube très épais en quelques minutes. Cette rapidité s'explique par le développement excessif des boucliers, qui ne se trouvent pas localisés en un point donné, mais consistent en un épaississement de l'enveloppe tégumentaire tout entière, entourant le corps de l'animal comme un manchon également développé en tous les points de la surface cutanée.

» Quelle origine peut-on attribuer aux deux sortes d'éléments qui constituent la couche épidermique? Toutes les fibrocellules épidermiques

sont terminées par un ou plusieurs prolongements. Il en est de même pour les fibrocellules à mucus. La constance de ce prolongement établit la parenté de ces deux ordres de cellules avec la cellule de tissu conjonctif. En outre, on aperçoit fréquemment sur les coupes la couche sous-épidermique encombrée de cellules à mucus, dont quelques-unes, par leur extrémité supérieure, écartent les fibrocellules épidermiques accolées les unes aux autres et se glissent entre elles comme un coin pour arriver à l'extérieur. La fibrocellule à mucus ne naît donc pas dans la couche épidermique, mais bien dans la couche conjonctive sous-épidermique. Il en est de même pour les fibrocellules de soutien : on voit souvent, en effet, une fibrocellule de remplacement dont la partie supérieure est enclavée au milieu de fibrocellules épidermiques et dont la partie inférieure ne s'est pas encore complètement dégagée de la couche conjonctive sous-épidermique.

» Je crois donc que les divers éléments, fibrocellules de soutien et fibrocellules à mucus, qui constituent la couche épidermique chez les Serpuliens, reconnaissent pour origine la couche sous-épidermique, et ne sont autre chose qu'une différenciation des cellules conjonctives qui entrent dans la composition de celle-ci. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation des anthérozoïdes des Hépatiques, des Mousses et des Fougères;* par M. **Léon Guignard.**

« Dans une Communication récente ([1]), j'ai fait connaître le mode de formation de l'anthérozoïde des Characées; la présente Note est le résumé des résultats auxquels je suis arrivé en étudiant au même point de vue les Hépatiques, les Mousses et les Fougères.

» I. Chez toutes les Hépatiques examinées (*Pellia, Jungermannia, Anthoceros, Frullania, Marchantia,* etc.), appartenant à divers types de structure, le développement présente les mêmes caractères essentiels. Le *Pellia epiphylla* est une de celles qui se prêtent le mieux à l'observation et peut avantageusement servir d'exemple.

» Dans cette espèce, les cellules mères des anthérozoïdes ont une forme discoïde, avec un côté plat et l'autre un peu convexe; elles restent soudées deux à deux par leur face plane, jusqu'à la maturité de l'anthérozoïde qui naît dans chacune d'elles.

([1]) *Comptes rendus,* 7 janvier 1889.

» Pour former le corps de ce dernier, le noyau, primitivement central, se porte sur le côté de sa cellule mère, de façon à n'être plus recouvert, à sa face externe, que par une mince couche de protoplasme. D'abord arrondi ou ovoïde, il prend la forme d'un épais croissant, dont l'un des bouts s'allonge en une pointe qui représente l'extrémité antérieure du corps de l'anthérozoïde. L'allongement continuant, le corps se courbe en direction spiralée; son extrémité antérieure, toujours plus mince, vient se juxtaposer à l'extrémité postérieure qui reste plus épaisse : il en résulte un premier tour de spire. Finalement, la spirale atteint en moyenne trois tours et demi.

» Dès qu'on voit apparaître l'extrémité antérieure du corps, la mince couche de protoplasme, qui recouvrait au début la face externe du noyau, se différencie en une bande hyaline qui se continue aussitôt du côté opposé, tout autour du protoplasme granuleux. Elle sert à former les deux cils, qui partent de l'extrémité antérieure du corps et atteignent très rapidement leur longueur définitive, égale à celle de la spirale dont ils suivent le contour.

» Le protoplasme granuleux, compris dans la spirale, est peu à peu digéré et absorbé par l'anthérozoïde en voie de développement; à l'état adulte, il n'en reste que quelques traces, accolées à la face interne de l'extrémité postérieure du corps.

» Les différences qu'on observe chez les autres Hépatiques ne portent guère que sur la forme et la grosseur des cellules mères, la longueur du corps spiralé considéré isolément ou par comparaison avec les cils.

» 2. Les Mousses offrent une analogie complète avec les Hépatiques, quant à la métamorphose du noyau et à l'origine des cils. Les caractères particuliers consistent en ce que, dans les *Sphagnum*, par exemple, le corps de l'anthérozoïde qui comprend à la maturité deux tours de spire, dont le premier est beaucoup plus large que le second, entraîne avec lui, en sortant de sa cellule mère, un résidu protoplasmique sous la forme d'une vésicule renfermant quelques granulations et une petite masse amylacée accolée à l'extrémité postérieure du corps. Les deux cils insérés sur l'extrémité antérieure, qui présente l'aspect d'un très petit bouton brillant, sont toujours un peu plus longs que le corps lui-même.

» 3. Les Fougères possèdent des anthérozoïdes plus gros que ceux des Muscinées et pourvus d'un grand nombre de cils. J'ai étudié leur développement dans les Polypodiacées (*Adiantum*, *Gymnogramme*, *Pteris*, *Pellea*, *Aspidium*, *Asplenium*), dans les Osmondacées (*Osmunda*), et aussi

dans le groupe particulier des Marattiacées (*Angiopteris*). Il est partout le même, et voici ce qu'on observe, par exemple, dans l'*Angiopteris evecta*, dont les cellules mères d'anthérozoïdes sont, comme chez les autres Fougères, arrondies ou ovoïdes au moment où naissent les anthérozoïdes.

» Comme dans les cas précédents, le noyau devenu latéral s'étire en un croissant, dont l'un des bouts devient l'extrémité antérieure du corps. Celle-ci forme bientôt un bec crochu, qui s'allonge en direction spiralée, tandis que, dans la partie médiane et à l'autre extrémité, le noyau reste d'abord très épais. A l'état adulte, le corps de l'anthérozoïde forme en moyenne deux tours et demi de spire; le dernier est beaucoup plus large que les autres. La partie antérieure du corps est relativement grêle, la postérieure épaisse; à la sortie de l'anthérozoïde, cette dernière entraîne avec elle une vésicule qui renferme des granulations amylacées et le résidu du protoplasme nutritif.

» La formation des cils a lieu, ici encore, dès que l'extrémité antérieure du corps est apparente. La couche protoplasmique hyaline qui doit les fournir et qui part de cette extrémité, en revêtant la surface externe du noyau, se différencie tout de suite, non pas simplement du côté opposé, à la façon d'une bande annulaire, mais sur toute la surface du protoplasme granuleux. Ce revêtement, complet chez les Fougères, est en rapport avec le nombre élevé et la longueur des cils. Leur formation se manifeste d'abord sur la face externe du corps, à partir de l'extrémité antérieure; elle se complète rapidement dans toute leur longueur, qui dépasse un peu celle du corps adulte. Ils s'insèrent, comme une crinière, sur la moitié antérieure du premier tour de spire.

» Au total, les résultats qui précèdent montrent que, chez les Hépatiques, les Mousses et les Fougères, c'est encore, comme chez les Characées, le noyau, et le noyau seul, qui se transforme directement, en s'allongeant, en une bande spiralée, pour donner le corps de l'anthérozoïde. Les cils naissent de très bonne heure aux dépens d'une couche protoplasmique hyaline, différenciée à cet effet à la surface du noyau et du protoplasme nutritif. Ce dernier est soit complètement, soit partiellement absorbé pendant l'accroissement du corps de l'anthérozoïde.

» La transformation morphologique du noyau s'accompagne de modifications internes qui rendent finalement le corps spiralé homogène et également chromatique, sauf dans la partie postérieure, un peu moins

colorable par les réactifs de la nucléine. Ce corps est pourvu d'une enveloppe hyaline excessivement mince. »

BOTANIQUE. — *Influence des substances minérales sur la structure des végétaux.* Note de M. **Henri Jumelle** (1).

« La constitution anatomique et morphologique de la plante est, en général, intimement liée aux conditions externes dans lesquelles cette plante se développe. Elle varie, comme on sait, dans de certaines limites, avec l'intensité d'éclairement, l'état hygrométrique, le degré d'altitude et la nature du sol. Il est donc à supposer que l'absence complète de subtances minérales, depuis le début de la germination, aura de même un certain retentissement sur la constitution des plantes placées dans ces conditions anormales de végétation.

» Pour déterminer cette influence, des expériences ont été faites sur des Lupins cultivés dans l'eau distillée. D'autres Lupins ont été en même temps élevés, toutes conditions égales d'ailleurs, dans une solution minérale nourricière (solution de Knop).

» Pendant les premiers temps de végétation, alors que les feuilles sont encore en petit nombre et peu développées, il est impossible de saisir aucune différence appréciable entre les deux séries de cultures. Mais, vers l'apparition de la cinquième ou sixième feuille, pour le Lupin, des différences très nettes surviennent, qui s'accentuent avec le développement.

» Après soixante jours de végétation, par exemple, le nombre des feuilles est le même, en moyenne, dans les deux lots de plantes; mais, tandis que la tige des plantes poussant dans l'eau distillée atteint une hauteur moyenne de $0^m,22$, la tige des plantes nourries de sels ne mesure environ que $0^m,16$. De plus, dans la première, les entre-nœuds sont longs et *grêles*, les feuilles sont *petites* et *très vertes*. Dans le second, au contraire, où les sels ont pu entrer abondamment dans la plante, les entre-nœuds sont courts et *épais*; les feuilles sont *grandes*, mais *jaunâtres*.

» Ces différences morphologiques sont accompagnées de différences anatomiques qu'on peut ainsi résumer :

» Dans l'axe hypocotylé des plantes élevées avec la solution minérale,

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

le parenchyme cortical prend un grand développement; la zone libéro-ligneuse se compose de quatre faisceaux bien distincts, où les vaisseaux sont larges et en grand nombre, plongés dans un parenchyme abondant.

» Dans l'axe hypocotylé des plantes privées de substances minérales, le parenchyme cortical est bien plus réduit que précédemment; on n'observe plus ici qu'un anneau libéro-ligneux continu, constitué surtout par des fibres très serrées, entre lesquelles n'apparaît qu'un très petit nombre de cellules à parois minces.

» La partie épicotylée de la tige présente les mêmes différences, en ce qui concerne la zone libéro-ligneuse; de plus, le péricycle présente, chez les plantes élevées dans l'eau distillée, de nombreux paquets de sclérenchyme, qui manquent dans l'autre cas. L'abondance de parenchyme sous l'influence des sels est ici marquée surtout dans la moelle.

» *La présence de substances minérales dans la plante est donc accompagnée d'une production plus grande de parenchyme et d'une formation moindre d'éléments de soutien.*

» Les feuilles sont aussi dissemblables au point de vue anatomique qu'au point de vue morphologique. Tandis que, chez les plantes privées de sels, le parenchyme de la face supérieure présente des cellules petites, mais nettement palissadiques, chez les plantes qui en sont pourvues, au contraire, les cellules en palissade se distinguent moins nettement, par leur forme, des cellules de la face inférieure. L'épiderme offre, en outre, chez ces dernières, des cellules à parois plus ondulées et des stomates plus nombreux que l'épiderme des plantes élevées dans l'eau pure.

» Il est à remarquer que toutes ces variations de structure ont déjà été signalées sous l'influence d'autres conditions.

» C'est un fait bien connu que l'obscurité retarde la lignification et développe le parenchyme. M. L. Dufour a montré que les feuilles des plantes exposées à l'ombre ont les parois de leurs cellules épidermiques ondulées et que la surface des feuilles augmente avec l'humidité du sol. M. Vesque a de même constaté que, dans l'air humide, les feuilles sont moins ouvertes que dans l'air presque sec, plus pâles, et présentent une différence moindre dans la forme des cellules des deux faces. Ainsi, dans tous ces cas, obscurité, ombre, humidité de l'air ou du sol, il y a tendance à une proportion d'eau plus grande dans les cellules.

» Or, si nous desséchons les plantes que nous venons d'étudier, nous observons précisément que, d'une façon générale, la tige et les feuilles des

plantes pourvues de sels renferment une proportion d'eau plus grande, à cette époque, que ces mêmes organes dans les plantes privées de sels.

» Cette proportion d'eau plus grande, dans le second cas, est due (comme j'ai pu m'en assurer par des expériences faites en dehors de l'organisme) à la présence des sels qui attirent et retiennent une certaine quantité d'eau.

» Ainsi la plante qui renferme des sels contient également plus d'eau que la plante élevée dans l'eau distillée. Or cette plante présente en même temps les caractères morphologiques et anatomiques des plantes qui, sous d'autres influences extérieures, renferment de même une proportion plus forte d'eau. Il nous semble légitime, en trouvant dans les faits observés la même cause (une plus grande abondance d'eau), d'y rapporter les mêmes effets.

» En résumé, *l'absence de sels modifie notablement la structure de la plante ; mais ces modifications paraissent dues, en grande partie, moins à l'absence même de sels qu'à la diminution d'eau de constitution qui en résulte.* »

PALÉONTOLOGIE. — *Examen des roches houillères à* Bacillarites *Stur.* Note de M. **Stanislas Meunier.** (Extrait.)

« M. C. Grand'Eury a bien voulu me demander d'étudier une très singulière roche qu'il a découverte à plusieurs reprises dans le terrain houiller de la Loire, du Gard et de diverses autres régions. C'est une sorte de grès, généralement très foncé, auquel MM. Grand'Eury et Favarcq ont attribué une origine organique ([1]). Parmi les éléments qui le composent, se présentent, en abondance extrême, de petits corps grêles et allongés, que les auteurs ont très justement rapprochés d'échantillons que M. D. Stur a signalés dans un gore blanc de la couche de houille de Radnitz dite *de quatre toises*, et qu'il a désignés sous le nom de *Bacillarites problematicus*.

» La roche recueillie par M. Grand'Eury a pour densité 2,437. Dans l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, elle se désagrège à la longue et les paillettes nacrées dont sont constitués les Bacillarites peuvent être séparées par l'agitation. Sous le microscope elles se montrent transparentes,

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 398.

à peine grisâtres, fibreuses et clivables : le maximum d'extinction est dans le sens des fibres. La densité est 2,41. Une analyse réalisée sur près de 1^{gr} a donné : silice, 46,4; alumine, 38,4; acide phosphorique, 0,5; chaux, 1,2; fer, *traces;* eau, 15,0; total : 101,7.

» Ces nombres sont fort voisins de ceux que donnent diverses variétés de pholérite, et il y a d'autant plus de raison de rapporter à ce minéral la substance des Bacillarites qu'on la voit, dans la roche, remplir des fissures et des vides variés, comme fait si souvent la pholérite ordinaire.

» En examinant à la loupe les Bacillarites couchés sur les lits de la roche qui les renferme, on les voit se répartir en deux groupes : 1° ceux qui, relativement gros, présentent un profil extérieur plus ou moins anguleux et une surface interrompue à la fois par des stries longitudinales et par des joints transverses (articulations?) : j'en ferai le *Bacillarites Grand'Euryi;* 2° ceux qui, relativement longs et fins, sont tout à fait cylindriques, très contournés sur eux-mêmes, rarement articulés et non striés en long, ayant une apparence vermiforme accentuée : ils constitueront le *B. Favarcqii.* J'ai surtout étudié la première de ces formes, dont les spécimens sont bien plus nombreux et les caractères spécialement nets. En taillant des lames minces, on constate que les Bacillarites sont tout à fait transparents et que la pholérite dont ils sont formés est en fibres convergeant toutes vers l'axe : ces fossiles sont ordinairement brisés et il est même assez difficile d'en retrouver les extrémités; celles-ci sont atténuées, mais non aiguës comme dans un autre type qui sera cité tout à l'heure.

» Dans un certain nombre de coupes, on voit, à la partie extérieure des cylindres, une enveloppe continue, distincte à la fois des matières environnantes et des fibres rayonnantes de l'intérieur, limitée par deux surfaces parallèles et ayant toutes les apparences d'une cuticule. Quelquefois, elle est noire, opaque et houillifiée; souvent elle est incolore, active sur la lumière polarisée et formée de pholérite autrement disposée que celle des fibres intérieures. Une autre particularité fréquente, c'est l'existence d'un filet cylindrique, disposé suivant l'axe des Bacillarites. En troisième lieu, et malgré la prudence nécessaire en un semblable sujet, je crois devoir signaler d'autres particularités, qu'on peut appeler *anatomiques*, du *B. Grand'Euryi.* Ce sont des filets limpides, qui se présentent exceptionnellement dans quelques échantillons, et qui sont disposés entre les fibres de pholérite, c'est-à-dire perpendiculairement à la longueur de l'objet problématique. Ils ont une constance remarquable de caractères et semblent résulter du moulage de canaux se dilatant vers la périphérie des Bacillarites en une sorte de

chambre ovoïde, dont les deux ouvertures opposées sont en rapport, l'une avec l'extérieur et l'autre avec le canal qui plonge vers l'axe.

» Ce qui s'éloignerait le moins de ces corps singuliers, parmi les objets que nous connaissons, ce serait un organisme animal plus ou moins comparable à celui des larves aquatiques d'insectes possédant un tégument chitineux externe, un organe digestif plus ou moins axial, et des tubes trachéens avec dilatation sous-stigmatique, mettant les profondeurs du corps en communication avec l'atmosphère.... Quant à la matière pholéritique qui constitue ces fossiles, elle résulte d'infiltrations, dans le vide des coques, comme dans les fissures et les autres cavités de la roche encaissante. La disposition rayonnée des fibres minérales, identique à celle des fibres de calcite de la plupart des bélemnites, est une preuve de cette origine. Le canal axial peut avoir ordinairement pour simple cause la terminaison des fibres cristallines, sans témoigner de l'existence antérieure d'un organe réel; mais il est des cas où celui-ci semble indiqué par des indices d'enveloppe propre.

» Il me reste à dire un mot d'un autre Bacillarite, que j'ai inopinément observé dans des conditions singulières, puisque c'est au sein d'une matière qu'on a donnée comme tombée du ciel. En étudiant de nouvelles coupes de la roche charbonneuse recueillie à Grazac, dans le Tarn, par M. Caraven-Cachin ([1]), comme arrivée sur le sol à la suite de l'explosion d'un bolide, le 10 août 1885, j'y ai noté des particularités de structure qui sont de l'ordre des précédentes. J'inscris l'organisme dont il s'agit sous le nom de *Bacillarites amphioxus*. Il est relativement très court, fusiforme et terminé aux deux bouts en forme de pointe aiguë. Une même préparation en contient une demi-douzaine d'individus, ayant la structure fibreuse et rayonnante, et le canal axial déjà décrit. Peut-être la soi-disant météorite de Grazac n'est-elle qu'un nerf de houille terrestre. »

GÉOLOGIE. — *Le genre Amphion* (*Pander*) *à Cabrières* (*Hérault*). Note de M. de **Rouville**, présentée par M. Hébert.

« Au cours de mes recherches pour retrouver dans les environs de Cabrières la faune primordiale, si heureusement découverte par M. Bergeron dans la région de Ferrals, je me heurtais depuis longtemps contre un

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1813.

paquet puissant de schistes, dont la situation me paraissait avoisiner tout au moins l'horizon des Paradoxides. Le caractère pétrographique des roches en question ne rappelait en rien les schistes diversement colorés de la faune première; mais leurs relations stratigraphiques me donnaient lieu d'augurer qu'elles avaient dû suivre de près le dépôt de ces derniers.

» Aucune trace organique n'avait jusqu'ici répondu à mon appel; des fouilles persévérantes viennent de livrer à mon fidèle guide Escot des empreintes d'Amphion, dont j'ai soumis l'examen à la compétence de mon savant collègue M. Barrois: il y a reconnu une espèce nouvelle, très rapprochée de l'*A. Lindaneri* Barr.

» On sait que l'*A. Lindaneri*, établi sur un pygidium unique, a été rencontré dans la bande de quartzite située à la base de l'étage D, en recouvrement immédiat sur les schistes fossilifères de Ginetz (étage C). Barrande (*Silurien*, vol. I, p. 71) le donne avec l'*Orthis desiderata* comme les espèces les plus anciennes de son étage des quartzites.

» Il m'a paru intéressant de faire connaître la présence à Cabrières de ce genre, qui n'y avait pas encore été signalé et qui établit un nouveau terme commun entre notre inépuisable région de l'Hérault et les contrées siluriennes classiques, la Bohême et la Russie. »

M. **Hébert** fait observer que la présence de l'*Amphion Lindaneri* dans la faune seconde de Cabrières a été signalée en 1875 par M. de Tromelin (Association française pour l'avancement des Sciences, Congrès de Nantes). M. de Rouville donne sur la position de ce fossile des indications nouvelles, qu'il croit plus précises et qu'il est bon de faire connaître.

MÉTÉOROLOGIE. — *L'ouragan du 7 au 9 février 1889, à Prague.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**, présentée par M. Janssen.

« Depuis le 20 décembre 1884, on n'avait pas observé à Prague une pareille dépression barométrique : le 9 février dernier, à 2^h après midi, le baromètre marquait $713^{mm},50$ sur le barographe Richard.

» Le 20 décembre 1884 et le 9 février 1889 sont deux jours correspondants de la période solaire (demi-rotation du Soleil, de $12^j,5935$, d'après M. Faye). En effet, l'intervalle de ces deux dates est de 1512 jours, et $12^j,5935 \times 120 = 1511^j,22$; la différence n'est que de $0^j,78$.

» D'autre part, le 9 décembre 1884, se produisirent des ouragans ef-

froyables sur les côtes de la Méditerranée, dans le canal de la Manche et dans la Nouvelle-Écosse; le 21 décembre, le grand ouragan du Japon renversait 500 maisons et tuait 1800 personnes; du 21 au 24 décembre, en Bohême, les communications dans les montagnes du nord-ouest furent suspendues, les chemins de fer furent bloqués par la neige; du 19 décembre au 20, tremblement de terre près des Açores; marée énorme le 20 dans le canal de la Manche; le 22 décembre, secousses très violentes aux îles Canaries, tremblement de terre à Lisbonne; enfin, le 25, grand désastre par un tremblement de terre violent dans l'Espagne méridionale.

» Nous voyons se reproduire des phénomènes semblables en 1889, du 7 au 9 février, juste après 120 demi-rotations solaires. A Prague, le baromètre descend, depuis le 6 février à 6^h du matin où il marquait $737^{mm},50$, jusqu'à $729^{mm},26$ le 7, à 2^h après midi, remontant le 8 à 2^h après midi jusqu'à $734^{mm},80$, pour descendre le 9, à 2^h après midi, à $718^{mm},78$, atteignant enfin la baisse inouïe, à 3^h après midi, de $713^{mm},50$. Des coups de vent effroyables produisent dans les maisons la sensation d'un tremblement de terre, déchirent les fils téléphoniques, dont la chute dans les rues est si violente que des chevaux sont grièvement blessés. De Hambourg à Méran, en Tyrol méridional, vent furieux accumulant des masses énormes de neige; Dresde est pendant trois jours isolé; plusieurs tours d'églises sont frappées par la foudre; à Cassel, la tour est renversée. La neige atteint 3^m de hauteur dans les montagnes, en Bohême et même en Autriche; en Hongrie méridionale, fortes secousses ondulatoires de tremblement de terre. Du 7 au 9, ouragan effroyable en Angleterre; beaucoup de naufrages, même en Danemark et en Russie; les communications sont suspendues en Galicie par les masses de neige tombées; les chemins de fer de toute l'Autriche sont bloqués par la neige. La température, d'abord assez haute pour la saison, de $+2°,6$ C. le 9 à 2^h, descend continuellement à $-10°$C. le 13 et à $17°,2$C. le 14.

» Les orages à neige, les orages électriques, le tremblement de terre, les baisses brusques barométriques extraordinaires et le changement de température rapide, tous ces phénomènes atmosphériques, électriques et séismiques se produisent ensemble à ces deux époques, séparées par un intervalle de 120 demi-rotations solaires.

» J'ai pu constater, en outre, que les phénomènes solaires les plus extraordinaires ont accompagné ces perturbations.

» La photographie du Soleil au foyer d'une lentille aplanétique de M. Steinheil montre, le 11 décembre à $4^h\,2^m$, des zones d'absorption coni-

ques très blanches, entourant le disque solaire et atteignant quatre diamètres solaires; depuis le 12 jusqu'à la fin du mois de décembre 1884, en raison du mauvais temps, des bourrasques et de la neige, aucune photographie n'a pu être obtenue. Le même phénomène se répète en février 1889; depuis le 1er février, les zones d'absorption autour du Soleil deviennent de plus en plus blanches, avec des dimensions et des formes extraordinaires. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des épreuves positives prises avec la lentille aplanétique de Steinheil, à l'observatoire astrophysique de l'École polytechnique, à Prague, et avec une lentille aplanétique de Sutter au faubourg Smichow; elles montrent que ces phénomènes sont tout à fait indépendants des lentilles employées, de leur ouverture relative et absolue, et des procédés photographiques. Les plaques au collodion sec fluorescentes (au nitrate d'urane) montrent des zones blanches, coniques et elliptiques, du 1er février au 9, variant entre trois et neuf diamètres solaires. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mars 1889.

Œuvres de M. H. Tresca. — I. *Notices sur les travaux scientifiques de M.* H. Tresca : Discours prononcés aux obsèques de M. Tresca. — Discours divers prononcés par M. Tresca. — Extraits des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* relatifs à l'écoulement des corps solides. — *Idem.* Notes de M. de Saint-Venant relatives à la même question. — Extraits des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* relatifs à des questions de résistance des matériaux. — *Idem.* Mémoires divers.

— II. *Notes diverses sur la résistance des matériaux.*

— III. *Notes diverses sur l'écoulement des corps solides.*

— IV. *Mémoire sur le rabotage.* (Extrait du *Recueil des Savants étrangers.*)

— V. 24 *Rapports, Discours et Communications faits à la Société d'Encouragement.*

— VI. *Rapports et Conférence sur l'enseignement technique.*

— VII et VIII. *Procès-Verbaux des expériences de Mécanique faites au Conservatoire des Arts et Métiers* (1861-1876). (Extraits des *Annales du Conservatoire.*)

— IX. *Rapports aux expositions universelles* (1867-1873).

— X. *Cours d'Hydraulique professé à l'École Centrale des Arts et Manufactures.*

— XI. *Cours de Géométrie descriptive.*

Introduction à l'étude de la Chimie des anciens et du moyen âge; par M. Berthelot. Paris, Georges Steinheil, 1889; 1 vol. in-4°.

Annuaire statistique de la France. Onzième année, 1888 (Ministère du Commerce et de l'Industrie). Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1888; 1 vol. in-4°.

L'Année scientifique et industrielle; par Louis Figuier. Trente-deuxième année (1888). Paris, Hachette et Cie, 1889; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Bouquet de la Grye).

Agenda du Chimiste; par MM. G. Salet, Ch. Girard, A. Pabst. Paris, Hachette et Cie, 1889; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Friedel.)

ERRATA.

(Séance du 18 février 1889.)

Note de M. *J. de Rey-Pailhade*, Recherches expérimentales sur le degré d'affinité de divers tissus pour le soufre :

Page 356, ligne 25, *au lieu de* 1,68, *lisez* 0,68.